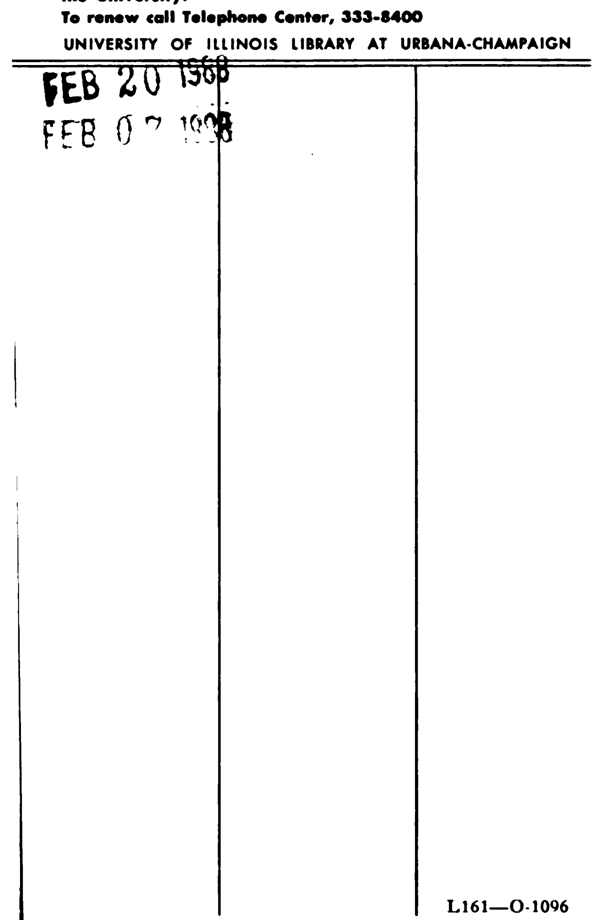

FEB 20 1968
FEB 07 1998

# LE

# GÉNIE CIVIL

# COMITÉ SUPÉRIEUR DE RÉDACTION

## DU GÉNIE CIVIL



## AVIS DIVERS




Toutes les lettres et communications doivent être adressées

à M. Ch. **TALANSIER**, *Administrateur-Délégué* du **Génie Civil**,

**6, rue de la Chaussée-d'Antin, à Paris.**




LE

# GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

INDUSTRIE — TRAVAUX PUBLICS — AGRICULTURE — ARCHITECTURE — HYGIÈNE
ÉCONOMIE POLITIQUE — SCIENCES — ARTS

Récompenses aux Expositions d'Électricité (Paris 1881),
d'Amsterdam (1883), de Nice (1884), d'Anvers (1885), de Barcelone (1888), de Lyon (1894), d'Anvers (1894),
Diplômes d'Honneur aux Expositions de Bordeaux (1895) et de Bruxelles (1897).
MÉDAILLE D'OR A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889
HORS CONCOURS A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

## VINGTIÈME ANNÉE — TOME XXXVII

DEUXIÈME SEMESTRE 1900

ADMINISTRATION & RÉDACTION
6, rue de la Chaussée-d'Antin, 6
PARIS

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 1. N° 934. Samedi 5 Mai 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Distribution de l'énergie électrique dans l'enceinte de l'Exposition. Éclairage des Palais et des Jardins (*planche I*), p. 1; Émile CAYLA. — **Mécanique** : Nouveau type de pont suspendu rigide, p. 5; Commandant GISCLARD. — **Métallurgie** : Traitement des résidus des fours à plomb, p. 8. — **Jurisprudence** : Les industries agricoles, p. 10; Louis RACHOU. — **Variétés** : Exposition de 1900. Effondrement de la passerelle du « Globe Céleste », p. 11; — Dispositif pour empêcher l'éclatement des conduites d'eau par la gelée, p. 12; — Indicateur électrique de niveau à distance, p. 12; — Broyeur à cylindres centrifuges, p. 13.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils (20 avril 1900), p. 14. — Académie des Sciences (23 avril 1900), p. 14. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 14; — Ouvrages récemment parus, p. 16.

*Planche I* : Exposition de 1900. Plan de l'éclairage.

## EXPOSITION DE 1900

### DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
### dans l'enceinte de l'Exposition.
### Éclairage des Palais et des Jardins.

*(Planche I.)*

Nous avons décrit précédemment [1] les installations relatives à la production de la vapeur et de l'électricité dans les deux grandes usines du Champ-de-Mars et nous avons indiqué comment l'énergie électrique fournie par les groupes électrogènes était concentrée sur deux tableaux de distribution. Nous allons indiquer aujourd'hui comment cette énergie est ensuite répartie dans l'enceinte de l'Exposition, en insistant plus particulièrement sur la partie qui est affectée à l'éclairage.

On sait déjà que les trois quarts de la puissance des usines (soit 15 000 chevaux) seront employés à l'éclairage des palais et des jardins, tandis que le quatrième quart servira à la mise en mouvement des diverses machines. Il en résulte que la marche intensive des groupes électrogènes aura lieu surtout pendant la soirée, alors que les moteurs et les appareils d'éclairage fonctionneront simultanément. Au contraire, pendant la journée, les machines motrices seules fonctionneront et, dans ce cas, il est probable que, pour utiliser le complément de vapeur disponible, on fera marcher à vide quelques groupes électrogènes.

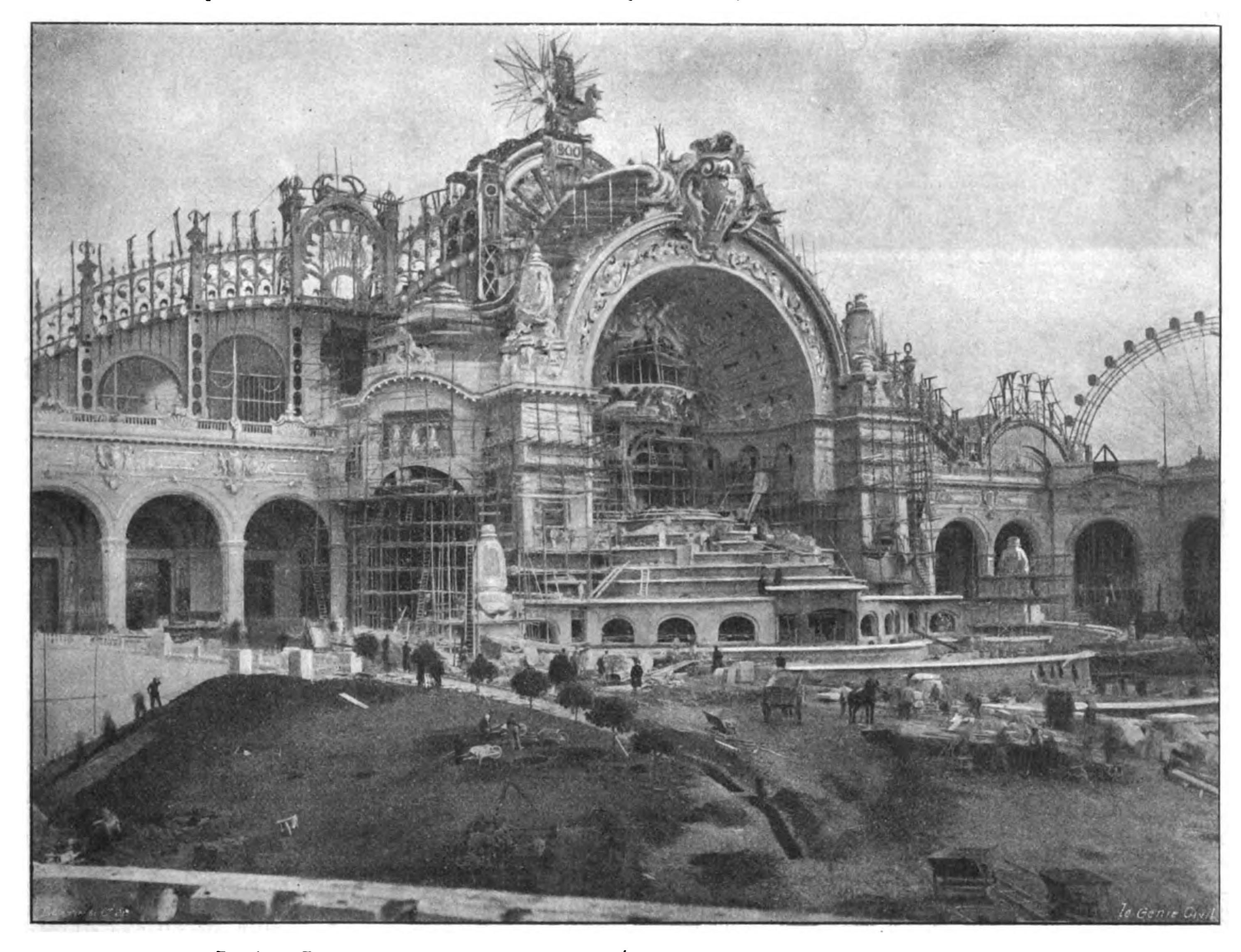


FIG. 1. — EXPOSITION DE 1900 : Vue du Palais de l'Électricité et du Château d'Eau prise le 13 avril 1900.

Les 5 000 chevaux nécessaires à la force motrice se trouvent répartis principalement au Champ-de-Mars dans les Palais de la Mécanique, de

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 23, p. 357 et n° 25, p. 397.

la Métallurgie et des Industries chimiques. Un très grand nombre de machines sont ainsi mises en mouvement au moyen de dynamos réceptrices. Dans certaines classes où le groupement des machines a été possible, on a établi des transmissions de mouvement commandées par des arbres indépendants actionnés eux-mêmes par des moteurs électriques. Mais ce mode de transmission est un cas particulier dans l'ensemble, car, d'une façon générale, et en vertu du principe de classification adopté, on a été amené à distribuer l'énergie un peu dans toutes les parties de l'Exposition. Cette nouvelle disposition, qui réduit considérablement l'emploi des poulies et des courroies, donne aux galeries des machines un tout autre aspect que celui qu'on pouvait voir à l'Exposition de 1889.

Nous n'insistons pas davantage sur l'utilisation de l'énergie électrique comme force motrice et nous allons nous occuper de son mode de transmission ainsi que de ses applications à l'éclairage, qui constituent, en somme, le but principal des usines du Champ-de-Mars.

**Distribution de l'énergie électrique.** — *Câbles principaux de distribution.* — L'énergie électrique est distribuée au moyen de câbles métalliques de deux sortes : ceux qui transmettent le courant alternatif à haut voltage sont armés, c'est-à-dire à isolant fibreux sous enveloppe de plomb recouverte elle-même de toile goudronnée ; ceux qui transmettent le courant continu sont simplement entourés d'une gaine en caoutchouc.




Fig. 2. — Détail du motif central de la façade du Palais de l'Électricité.

Le courant continu alimente les palais du Champ-de-Mars, tandis que le courant alternatif est répandu sur un réseau beaucoup plus vaste, qui comprend les neuf lignes principales suivantes :

Ligne n° 1 : Courant monophasé à 2200 volts, fréquence 50 périodes, conducteurs de 25 millimètres carrés de section. Emplacements desservis : annexes du Champ-de-Mars, alentours des palais. Puissance employée : 500 kilowatts.

Ligne n° 2 : Courant triphasé à 2200 volts, fréquence 50 périodes, conducteurs de 90 et 100 millimètres carrés de section. Emplacements desservis : Colonies françaises et Jardins du Trocadéro en aval du pont d'Iéna. Puissance employée : 1000 kilowatts.

Ligne n° 3 : Courant triphasé à 2200 volts, fréquence 50 périodes, conducteurs de 70 millimètres carrés de section. Emplacements desservis : Colonies étrangères et Jardins du Trocadéro en amont du pont d'Iéna. Puissance employée : 1000 kilowatts.

Ligne n° 4 : Courant triphasé à 2200 volts, fréquence 42 périodes, conducteurs de 30 millimètres carrés de section. Emplacements desservis : quai d'Orsay et berges de la Seine entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna. Puissance employée : 240 kilowatts.

Ligne n° 5 : Courant triphasé à 3000 volts, fréquence 50 périodes, conducteurs de 40 millimètres carrés de section. Emplacements desservis : Palais de l'Horticulture, quai d'Orsay entre le pont des Invalides et le pont de l'Alma. Puissance employée : 200 kilowatts.

Ligne n° 6 : Courant triphasé à 5000 volts, fréquence 25 périodes, et à 3000 volts, fréquence 50 périodes. Conducteurs de 20 millimètres carrés de section. Emplacements desservis : Parc des Champs-Élysées et une partie de la puissance motrice nécessaire aux palais de l'Esplanade des Invalides. Puissance employée : 600 kilowatts.

Ligne n° 7 : Courant triphasé à 5000 volts, fréquence 50 périodes. Conducteurs de 30 millimètres carrés de section. Emplacements desservis : Annexes étrangères des Invalides et Porte monumentale de la place de la Concorde. Puissance employée : 750 kilowatts.

Ligne n° 8 : Courant triphasé à 2200 volts, fréquence 42 périodes. Conducteurs de 60 millimètres carrés de section. Mise en mouvement des chemins élévateurs situés dans les palais de l'Esplanade des Invalides. Puissance employée : 300 kilowatts.

Ligne n° 9 : Courant triphasé à 2200 volts, fréquence 50 périodes. Emplacements desservis : Section française et quelques éclairages particuliers. Puissance employée : 400 kilowatts.

Chacune des lignes principales définies ci-dessus est double et comprend un certain nombre de boîtes d'interruption simple qui peuvent être manœuvrées même pendant que les câbles sont en charge. En outre, des boîtes d'interversion de circuits divisent chaque ligne en plusieurs tronçons et permettent de supprimer du circuit une partie de l'un des câbles en faisant fonctionner l'autre partie avec le câble parallèle voisin. Ces dispositions semblent suffisantes pour pouvoir parer à toute éventualité en cas d'accident survenu dans les canalisations électriques.

L'ensemble du réseau qui distribue le courant alternatif, complété par celui qui distribue le courant continu, atteint un développement total d'environ 40 kilomètres.

D'une façon générale, les câbles sont placés en souterrain, dans des caniveaux de 0m50 de largeur et 0m40 de profondeur. Ces caniveaux côtoient, la plupart du temps, les voies de manutention disposées à l'intérieur des palais. Dans les jardins, les câbles sont placés en tranchée. Enfin, par exception, on a dû faire en certains endroits des lignes aériennes, notamment le long de la plate-forme mobile et du chemin de fer électrique. Pour ce cas particulier, on a pris toutes les précautions indispensables à l'isolement des câbles et à la sécurité des visiteurs.

*Conditions spéciales de la distribution de l'énergie électrique.* — Au point de vue administratif, il existe certaines conditions spéciales qui règlent la distribution de l'énergie électrique. Nous allons les énumérer rapidement :

1° Le courant continu est distribué pendant toute la durée de la marche des groupes électrogènes, savoir :

A l'intérieur des palais du Champ-de-Mars, pour la force motrice et pour l'éclairage, par une canalisation à trois conducteurs ;

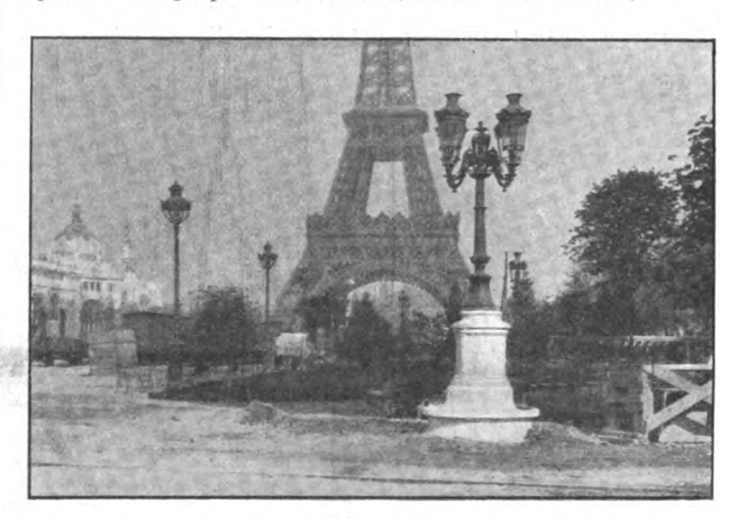


Fig. 3. — Candélabres employés pour l'éclairage au gaz des Jardins du Champ-de-Mars. Vue prise le 29 avril.

A l'intérieur des palais des Invalides, pour la force motrice seulement, par une canalisation à deux conducteurs.

2° Le courant alternatif simple est distribué, pendant les heures d'éclairage seulement, sur le pourtour extérieur des palais du Champ-de-Mars.

3° Le courant alternatif triphasé se divise en deux parts distinctes :

L'une, qui est distribuée pendant toute la durée de la marche des groupes électrogènes, alimente le parc du Champ-de-Mars, les jardins du Trocadéro et la partie du quai Debilly en bordure sur le Trocadéro ;

L'autre, qui est distribuée pendant les heures d'éclairage seulement, alimente le quai d'Orsay, les palais et les quinconces des Invalides.

Indépendamment de la puissance fournie par les usines du Champ-de-Mars, il est utile de mentionner ici que le Secteur de la rive gauche et le Secteur des Champs-Élysées concourent, en même temps que l'administration, à l'éclairage des jardins du Champ-de-Mars, du quai d'Orsay, du Trocadéro et du Cours-la-Reine. Sur ces deux sources, le courant est disponible à tout moment.

*Branchements particuliers.* — Toutes les canalisations principales d'électricité pour le service de la force motrice et de l'éclairage ont été établies au compte de l'administration. Mais il n'en est pas de même pour les canalisations secondaires qui viennent se brancher sur celles-là et qui sont destinées au service des exposants. La fourniture, la pose et l'entretien des branchements particuliers seront faits aux frais des abonnés.

D'autre part, bien que l'article 47 du Règlement général ne spécifie pas qu'il sera fait aux exposants distribution gratuite de l'électricité, l'administration, par une interprétation libérale de cet article, met gratuitement l'énergie électrique à la disposition des exposants qui en

ont fait la demande en temps utile au Directeur général de l'Exploitation et qui ont justifié qu'elle est destinée à être transformée en force motrice nécessaire pour la mise en mouvement d'appareils exposés.

Dans tous les autres cas, l'énergie électrique est cédée aux exposants ou concessionnaires, à titre onéreux.

Chaque abonné est tenu de prendre à ses frais, sous sa responsabilité, mais sous le contrôle de l'Ingénieur en chef du service électrique, les dispositions nécessaires pour utiliser le courant sous la forme et avec la tension que l'administration pourra mettre à sa disposition. Il doit établir aussi, dans les mêmes conditions, le branchement qui relie ses appareils aux câbles généraux de distribution ou au poste de transformation le plus voisin. Ces branchements sont pourvus de coupe-circuits fusibles ou magnétiques, destinés à interrompre le courant en cas d'excès et disposés de manière à n'apporter par eux-mêmes aucune chance d'incendie.

Un règlement spécial, qu'il serait trop long de reproduire ici, définit modifient simplement le voltage du courant, les seconds en changent la nature. Ces derniers transforment, par exemple, du courant alternatif à haute tension en courant continu à 500 volts. Ils constituent, en quelque sorte, des sous-stations d'électricité dérivant des stations principales représentées par les usines Suffren et La Bourdonnais.

A l'Esplanade des Invalides, les postes nos 9 et 10 fournissent du courant à basse tension pour l'éclairage de certaines expositions particulières; les postes nos 5 et 16 convertissent du courant alternatif à haute tension en courant continu à 500 volts pour le fonctionnement des chemins élévateurs.

Aux Champs-Élysées, le poste no 19 est établi dans le sous-sol de la partie du Grand Palais située en façade sur l'avenue d'Antin. Ce poste convertit du courant alternatif à 3 000 volts, fréquence 50 périodes, et du courant alternatif à 5 000 volts, fréquence 25 périodes, en courant continu à 500 volts pour l'éclairage des jardins. Le poste no 20 alimente spécialement la Porte monumentale de la place de la Concorde.

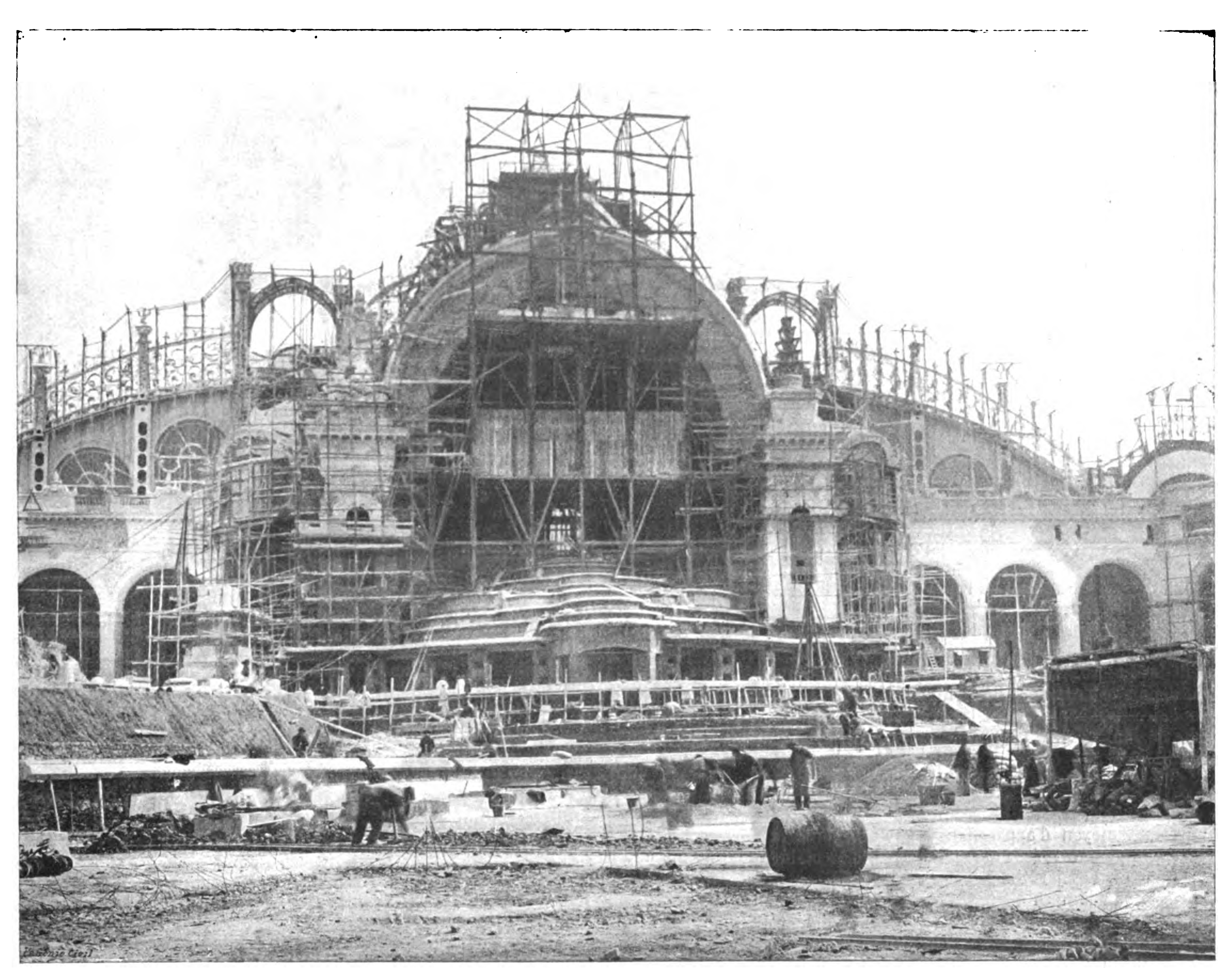


Fig. 4. — Exposition de 1900 : Vue du Palais de l'Électricité et du Château d'Eau prise le 30 mars 1900.

les mesures de sécurité et les mesures préventives contre l'incendie, imposées aux concessionnaires des divers établissements de consommation ou des salles de spectacle.

*Postes de transformation.* — Tel qu'il est livré au tableau général de distribution, le courant alternatif n'est pas utilisable pour tous les usages auxquels il est destiné. Avant d'être employé sous sa forme définitive aux points de consommation, il passe dans des transformateurs qui amènent son voltage au degré convenable.

Les postes de transformation, au nombre de cinquante environ, sont répartis principalement à l'Esplanade des Invalides et sur les berges de la Seine. Il en existe un, cependant, très important, dans le Grand Palais des Champs-Élysées, et huit, de moindre importance, au Champ-de-Mars. Chaque poste de transformation est divisé en deux compartiments dont l'un, rigoureusement fermé, contient les appareils à haute tension, et l'autre, accessible, renferme les organes qui permettent le réglage de la distribution du courant.

Les transformateurs sont simples ou à convertisseurs : les premiers

Au Champ-de-Mars se trouvent huit petits postes, dont quatre en bordure sur l'avenue de La Bourdonnais et quatre en bordure sur l'avenue de Suffren, lesquels transforment du courant monophasé à 2 200 volts en courant continu à 110 volts pour l'éclairage des alentours du Champ-de-Mars.

Les autres postes sont répartis suivant les indications du plan d'ensemble (pl. I).

**Éclairage des Palais et des Jardins de l'Exposition.** — Ainsi qu'on peut s'en rendre compte après un rapide examen du plan d'ensemble, nous avons représenté par une teinte spéciale chacun des différents modes d'éclairage répartis dans l'enceinte de l'Exposition. Ceux-ci peuvent se grouper suivant trois catégories distinctes : éclairage au gaz des palais et des jardins, éclairage électrique des palais et des jardins, éclairages particuliers des annexes, pavillons, restaurants et concessions diverses.

Les deux premières de ces catégories constituent l'éclairage proprement dit de l'administration; la troisième, qui comprend l'éclairage

au gaz ou l'éclairage électrique, suivant les cas, est alimentée soit par l'administration, soit par les secteurs, soit encore par la Compagnie du gaz.

*Éclairage au gaz.* — Cet éclairage peut lui-même se subdiviser en deux parties :

1° Éclairage des surfaces verticales (façades des palais) ;

2° Éclairage des surfaces horizontales (parcs et jardins).

Les palais dont les façades sont éclairées au gaz sont les suivants : Palais des Champs-Élysées, Palais de l'Esplanade, Trocadéro et une partie des Palais du Champ-de-Mars. L'éclairage des Palais des Champs-Élysées comprend simplement un cordon lumineux qui dessine le contour extérieur des monuments à hauteur de la corniche. L'éclairage des Palais de l'Esplanade est plus varié et comprend plusieurs motifs d'ornementation d'un très joli effet. Le Palais du Trocadéro a reçu une brillante illumination qui accentue les lignes principales de sa façade et des deux tours qui encadrent le pavillon central. Enfin, au Champ-de-Mars, les façades des palais situés en bordure sur les jardins comportent un cordon lumineux à hauteur de la corniche, de même que pour les Palais des Champs-Élysées.

En ce qui concerne les surfaces horizontales, le parc du Champ-de-Mars et les jardins du Trocadéro, seuls, sont éclairés au gaz. L'éclairage du Champ-de-Mars est particulièrement remarquable par son intensité; la grande allée centrale qui ouvre une magnifique perspective, depuis le Trocadéro jusqu'au Palais de l'Electricité, et les allées secondaires qui contournent les pelouses, sont éclairées par une multitude de lampadaires élégants portant huit, dix et même douze becs Auer (fig. 3).

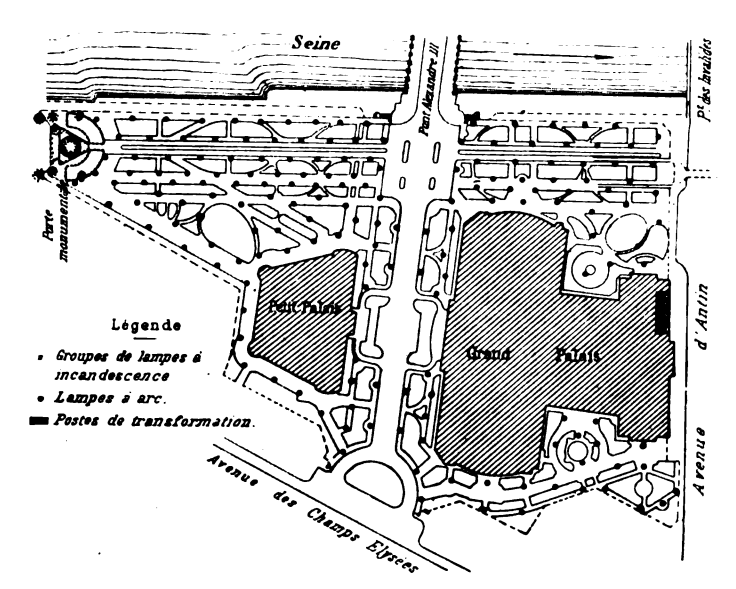



Fig. 5. — Plan général de l'éclairage des Jardins avoisinant les Palais des Champs-Élysées.

*Éclairage électrique.* — A l'exception des jardins du Champ-de-Mars et du Trocadéro, éclairés au gaz, et d'une partie des berges de la Seine éclairée au moyen d'appareils à acétylène, toute la surface occupée par l'Exposition est éclairée par l'électricité ainsi qu'on le voit sur la planche I. Les jardins des Champs-Élysées sont éclairés au moyen d'environ 174 lampes à arc, à courant continu, de 10 ampères chacune. Le courant d'alimentation est pris sur les tableaux des groupes convertisseurs du poste n° 19. Les lampes sont réparties sur circuits entrecroisés, de telle sorte que l'extinction accidentelle d'une série de lampes ne laisse aucune des parties des espaces éclairés dans une obscurité complète.

Un certain nombre de lampes formant un réseau qui sera maintenu sans modification après la fermeture de l'Exposition, sont alimentées par le Secteur des Champs-Élysées. Cette disposition se retrouve, d'ailleurs, d'une façon analogue, dans les parties de l'Exposition qui ne seront pas modifiées après 1900, et qui, actuellement, reçoivent deux éclairages bien distincts : 1° l'éclairage normal prévu pour l'avenir; 2° l'éclairage supplémentaire admis seulement d'une façon provisoire, pendant toute la durée de l'Exposition.

Les deux nouveaux Palais des Beaux-Arts ne sont pas ouverts le soir au public, mais leurs façades sont brillamment éclairées au gaz et contribuent à donner à l'avenue Nicolas II un puissant éclat.

La Porte monumentale de la place de la Concorde comprend 1 500 lampes à incandescence réparties sur toute son ornementation, ainsi que deux phares placés au sommet des minarets de l'entrée. Sous la coupole intérieure, on a disposé une couronne de lampes à arc.

Les berges de la Seine, en amont du pont Alexandre III, reçoivent un éclairage intensif maximum de 20 bougies par mètre carré, au moyen d'appareils à acétylène disposés le long des quais.

Le pont Alexandre III comprend plusieurs motifs d'éclairage (fig. 18) dont l'ensemble représente plus de 500 lampes à incandescence. Les candélabres des culées, au nombre de 4, portent 20 lampes chacun; les candélabres de rive, au nombre de 28, portent chacun 3 lanternes dans chacune desquelles se trouvent 4 lampes (fig. 6 à 11). Les circuits de ces derniers candélabres sont disposés de telle sorte que l'on puisse n'en allumer que 12 en service ordinaire.

Les huit œil-de-bœuf ménagés dans les balustrades reçoivent chacun une lampe et sont munis d'un verre de couleur, selon les indications du service de la navigation. Les deux couronnes lumineuses qui surmontent les motifs en bronze des clefs de voûte portent chacune 10 lampes.

Les pyramides des quais, au nombre de quatre, portent chacune 16 lampes disposées dans quatre lanternes.

Toutes ces lampes sont de 16 bougies et sont alimentées par du courant alternatif transformé dans le poste n° 17 installé sous l'une des piles de la rive gauche.

Le pont Alexandre III reçoit, en outre, 28 lampes à arc disposées sur le bord des trottoirs en prolongement de la nouvelle avenue (fig. 13 à 17).

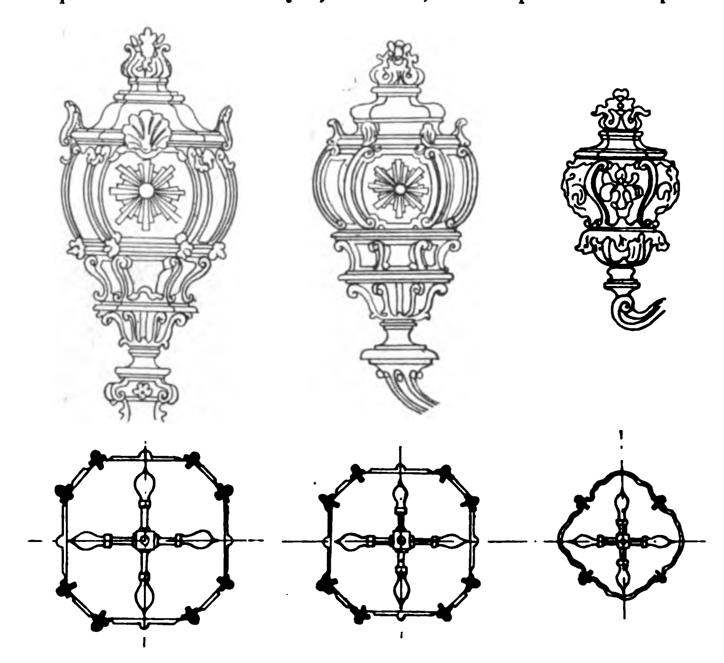


Fig. 6 à 11. — Élévations et coupes horizontales des lanternes électriques du pont Alexandre III.

Les palais de l'Esplanade des Invalides ont un éclairage intensif de 10 à 15 bougies par mètre carré; la rue qui les sépare, ainsi que les jardins situés au-dessus de la gare souterraine des Invalides, sont éclairés à raison de deux bougies par mètre carré.

La partie de la Seine comprise entre le pont des Invalides et le pont de l'Alma est brillamment illuminée, d'un côté par les pavillons des puissances étrangères, de l'autre, par les façades des Palais de l'Administration qui sont éclairés à l'électricité.

En aval du pont de l'Alma, le Palais des Armées de terre et de mer est entièrement éclairé à l'électricité. Sa façade, qui mesure 280 mètres de longueur, se projette sur le fleuve d'une façon éclatante.

Au Champ-de-Mars, quand toutes les illuminations fonctionneront d'une façon définitive, le coup d'œil sera absolument féerique.

Près de la Tour Eiffel, les façades en pans coupés du Palais des Mines et du Palais de l'Enseignement reçoivent un éclairage électrique avec appareils projecteurs.

Autour du Château d'eau, les promenoirs des Palais de la Mécanique et des Industries chimiques auront un éclairage intensif de 20 bougies par mètre carré; de nombreuses lampes à arc seront disposées entre les arcades du rez-de-chaussée et du premier étage.

Quant au Château d'eau lui-même, il comprendra 1 100 lampes à incandescence à l'extérieur, sans compter les puissants appareils de projection qui donneront aux jets et aux cascades les aspects les plus divers.

Au-dessus du Château d'eau et sur une largeur de 200 mètres environ se dresse la crête lumineuse du Palais de l'Électricité (fig. 1 et 4), vraie dentelle de feu pour l'effet de laquelle on utilisera 5 000 lampes à incandescence et 30 lampes à arc munies de réflecteurs. L'arc éblouissant qui semble jaillir des mains du Génie placé au sommet du Palais (fig. 2) nécessite à lui seul une puissance de 20 kilowatts; il est produit par un courant à 50 000 volts provenant d'un courant à 2 200 volts transformé.

La Salle des fêtes, placée au centre de l'ancienne Galerie des Machines reçoit deux éclairages distincts : l'un formé par 1 500 lampes à incandescence placées en bouquets sur le pourtour du premier étage,

l'autre par deux couronnes de 50 lampes à arc disposées sous la coupole.

Entre la Salle des fêtes et le Château d'eau on trouve la salle hexagonale, éblouissante avec ses 3 400 lampes à incandescence.

Les galeries des groupes électrogènes reçoivent l'éclairage intensif maximum de 20 bougies par mètre carré, au moyen de lampes à arc suspendues à la charpente métallique.

Depuis ces galeries jusqu'à la Tour Eiffel, les palais du Champ-de-Mars ne sont pas ouverts le soir au public, sauf les deux grands vestibules centraux correspondant à l'avenue Rapp et à la rue Desaix,

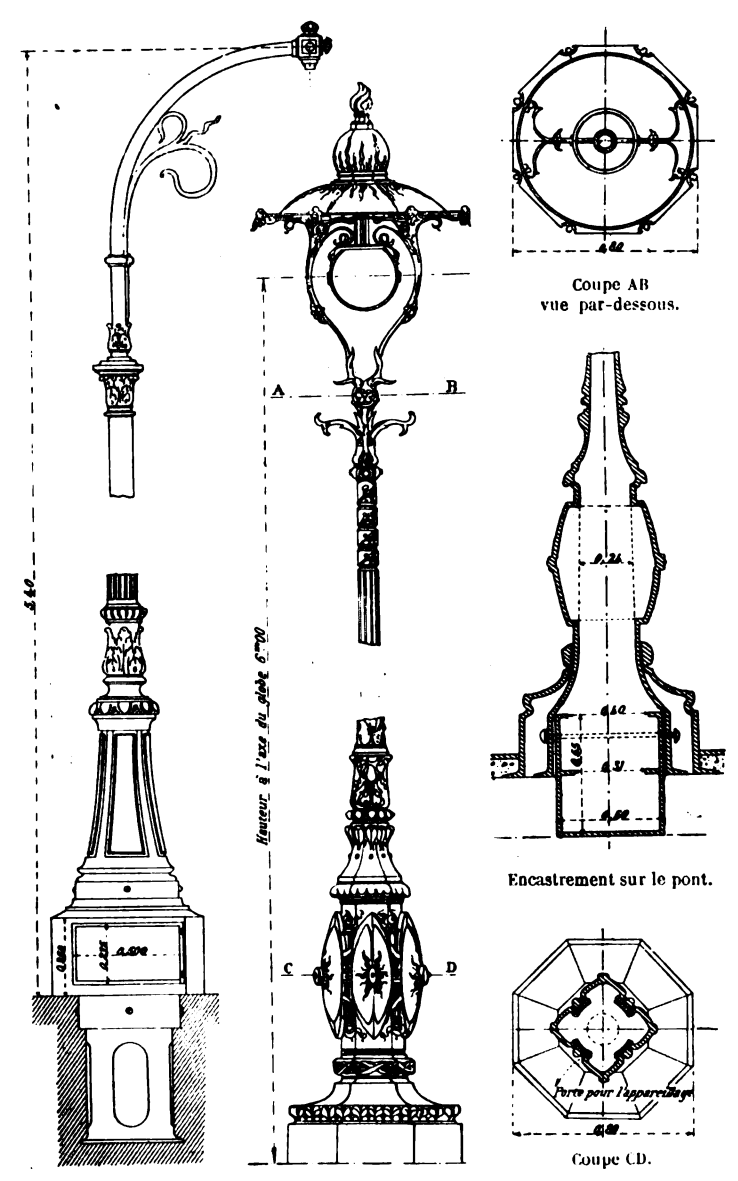



Fig. 12. — Candélabre pour lampe à arc.

Fig. 13 à 17. — Candélabre électrique du pont Alexandre III.

lesquels seront largement éclairés en vue de faciliter l'accès des jardins ainsi que leur évacuation.

*Éclairage des annexes, pavillons, restaurants et concessions diverses.* — Les pavillons particuliers, les bâtiments annexes et les concessions diverses sont en très grand nombre à l'Exposition de 1900. Nous les avons énumérés d'une façon assez complète dans de précédentes études. Nous nous contenterons simplement d'ajouter quelques mots sur l'ensemble de ces expositions particulières dont chacune reçoit un éclairage spécial. Les installations relatives à tous ces éclairages ne sont pas absolument terminées pour certaines concessions, mais déjà, dans la soirée de dimanche dernier, on a pu se rendre compte que celles qui sont prêtes sont du plus heureux effet. Citons, en particulier, les Pavillons de la Bosnie et de la Serbie, situés en bordure sur la Seine, dont l'éclairage est fort réussi.

En résumé, voici comment on peut répartir les éclairages particuliers :

A l'Esplanade des Invalides, les attractions placées entre les quinconces, du côté de la rue de Constantine, et les annexes des puissances étrangères du côté de la rue Fabert;

Sur la rive gauche de la Seine, les palais des puissances étrangères, le Pavillon du Creusot et plusieurs bâtiments annexes situés entre le Palais des Armées de terre et de mer et le quai d'Orsay;

Sur la rive droite, le Pavillon de la Ville de Paris, les attractions et les restaurants de la rue de Paris, l'exposition du Vieux-Paris, les bâtiments placés entre le quai Debilly et le fleuve;

Au Champ-de-Mars, tous les pavillons divers situés en bordure

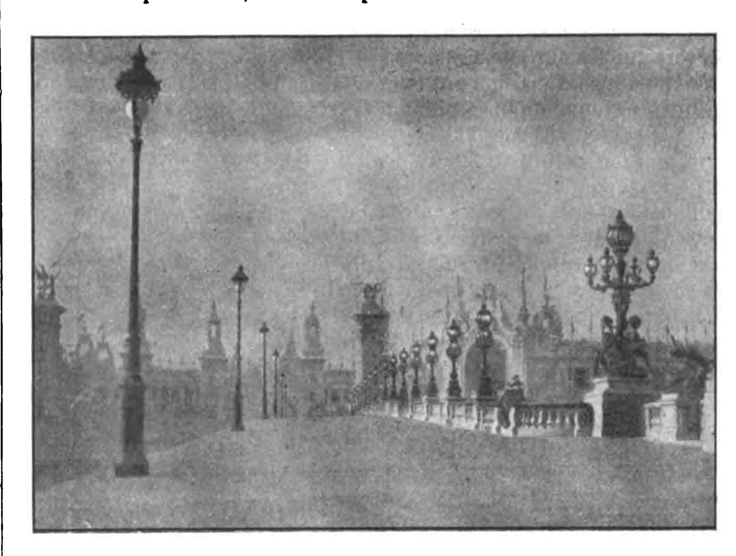


Fig. 18. — Candélabres électriques du pont Alexandre III. Vue prise le 29 avril.

des avenues de La Bourdonnais, de la Motte-Picquet, de Suffren, et les multiples attractions groupées au pied de la Tour Eiffel;

Enfin, dans les jardins du Trocadéro, les pavillons très nombreux des colonies françaises et étrangères ainsi que les différentes salles de spectacle qui s'y rapportent.

Émile Cayla,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## MÉCANIQUE

### NOUVEAU TYPE DE PONT SUSPENDU RIGIDE

De tous les types de ponts métalliques connus jusqu'à ce jour, il n'en est pas un seul qui, au point de vue de la hardiesse, de la légèreté, de l'élégance et surtout de la parfaite utilisation de la matière, soit comparable à l'ancien pont suspendu flexible. La facilité merveilleuse avec laquelle les ouvrages de ce genre s'adaptent au franchissement des grandes portées sans points d'appui intermédiaires est un fait bien connu de tout le monde, même des personnes les plus étrangères à l'art des constructions. On serait donc en droit de s'étonner que ce système, qui avait été accueilli si favorablement à l'origine, soit tombé aujourd'hui dans un discrédit aussi complet, si l'on ne savait qu'à côté des qualités réelles qui le caractérisent, on n'a pas tardé à lui reconnaître un grand défaut. Dans un article publié il y a environ trois ans dans le *Génie Civil* (1), nous avons dit déjà en quoi consiste ce défaut et proposé plusieurs moyens d'y remédier. Nous nous proposons de revenir aujourd'hui sur le même sujet et de le reprendre d'une façon sommaire afin de faire mieux ressortir ensuite le principe et les différents avantages de la nouvelle solution que nous allons exposer.

I. Inconvénient des anciens ponts suspendus. — Les données qui servent de bases à l'étude du projet d'un pont suspendu flexible sont généralement les suivantes :

1° Longueurs de la corde et de la flèche de la courbe formée par les câbles auxquels les planchers sont suspendus ;

2° Espacement des ordonnées de suspension et poids $p$ de la portion de tablier correspondant à l'unité de longueur (d'après les règlements actuellement en vigueur, ce poids doit être augmenté d'une surcharge variant de 200 à 400 kilogr. par mètre carré).

La méthode consiste à étudier d'abord la forme et la position que l'on veut donner au tablier du pont ainsi qu'aux piliers servant de supports. On cherche ensuite la forme de la courbe suivant laquelle les câbles doivent se plier d'eux-mêmes pour demeurer en équilibre sous l'action de leur propre poids et du poids du plancher. Ces diverses parties de la construction étant déterminées, il est alors facile de régler d'avance la longueur des tiges par lesquelles le plancher est suspendu aux câbles.

Il est évident qu'un pont construit d'après les résultats d'une semblable étude devra prendre de lui-même la forme qui a été prévue et rester en équilibre tant que les conditions, qui sont les données mêmes du problème, n'auront pas été changées. Mais si l'on fait intervenir une action extérieure nouvelle, telle que le poids d'un fardeau

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 20, p. 316 et n° 21, p. 333.

placé sur un point quelconque du tablier, l'équilibre du système se trouvant immédiatement dérangé, la figure de la construction se modifie d'elle-même pour arriver à une forme d'équilibre qui corresponde précisément aux conditions nouvelles.

Le tablier du pont s'abaissera donc dans la région du fardeau et se relèvera sur les autres points.

Si l'on suppose maintenant que ce fardeau entre en mouvement, on voit qu'à chacune de ses positions correspondra une forme d'équilibre, c'est-à-dire une déformation nouvelle. Chaque point du tablier dérangé de sa position primitive tendra donc à y revenir après le déplacement du fardeau.

Or, on sait que lorsqu'un point faisant partie d'un système flexible a été dérangé de sa position d'équilibre, il y revient par une série d'oscillations dont la durée et l'amplitude dépendent de la grandeur des éléments de la figure et de l'étendue du déplacement. Outre les déformations successives, il se produira donc, sur toute l'étendue du tablier, un mouvement vertical d'oscillation ou d'ondulation dans lequel les points s'élèveront et s'abaisseront alternativement au-dessus et au-dessous des situations qu'ils occupent dans l'état d'équilibre de la construction.

Lorsqu'il s'agit d'ouvrages d'art importants, c'est-à-dire de grands ponts suspendus dont tout l'ensemble présente une grande masse relativement à celle des fardeaux qui peuvent les charger accidentellement, ces déformations sont peu considérables et sont d'ailleurs d'autant moins grandes que la charge se répartit elle-même sur une plus grande longueur des câbles. Mais il n'en est pas de même pour les ouvrages de faible portée et de construction légère et surtout pour les ponts suspendus qui doivent livrer passage à des charges roulantes intenses et concentrées. L'importance des causes perturbatrices devenant alors relativement plus grande, il en résulte des déformations et des oscillations plus étendues qui, sans amener nécessairement la dislocation complète du pont, en rendent néanmoins le passage très incommode et parfois même fort dangereux.

Ces considérations préliminaires suffisent pour faire comprendre comment, malgré le grave inconvénient que nous venons de signaler, le principe du pont suspendu flexible peut être cependant appliqué avec avantage à la construction de ponts pour voitures légères ou de passerelles pour piétons. Mais elles font ressortir en même temps l'importance des difficultés qui se présentent lorsqu'il s'agit de ponts destinés à livrer passage à de lourds chariots ou à des locomotives remorquant des trains de chemins de fer. Ainsi qu'on va le voir ci-après, il faut alors recourir à des dispositifs auxiliaires dont le plus grand inconvénient est d'alourdir le système et de lui faire perdre quelquefois beaucoup de ses qualités primitives.

II. Moyens employés pour remédier a l'inconvénient signalé. — Les divers moyens auxquels on a eu recours jusqu'à ce jour, pour diminuer ou faire disparaître dans les ponts suspendus ordinaires les déformations et les oscillations produites par le passage des charges roulantes, consistent généralement dans l'adjonction de systèmes de charpentes en treillis, disposés de façon à raidir, soit les câbles principaux de suspension, soit le tablier lui-même du pont suspendu.

Les ponts établis d'après la première de ces deux méthodes doivent donc affecter la forme d'arches renversées dont les figures retournées peuvent reproduire elles-mêmes toutes les variétés connues de ponts en arc.

C'est ainsi qu'ils peuvent être articulés ou non sur les sommets des deux piliers et que, dans le premier de ces deux cas, ils peuvent offrir encore une troisième articulation au centre ainsi que cela se présente dans le pont suspendu de Pittsburg, en Amérique. La ferme ainsi constituée jouit alors de la propriété de se dilater ou de se contracter librement sous l'influence des variations de température et de se prêter, en outre, à une détermination précise par la statique des deux réactions exercées de part et d'autre sur la construction par les culées.

Ces avantages ne se rencontrent pas dans les fermes présentant moins de trois articulations, car ces fermes exigent évidemment, pour la détermination des efforts intérieurs, que l'on tienne compte encore de la constitution intime du système, c'est-à-dire de l'élasticité de la matière dont sont formés les différents éléments de la construction.

Nous n'avons pas à établir ici la théorie de ces différentes sortes de ponts qui, d'ailleurs, peut se déduire sans difficulté de celle des différents ponts en arc qui leur correspondent, mais nous ne manquerons pas de faire observer, en passant, combien, par leurs conditions d'équilibre et l'ensemble de leurs propriétés générales, ces constructions se trouvent éloignées du type primitif dont elles dérivent.

Tout le monde sait, en effet, que, dans le pont suspendu flexible, tous les organes de la suspension ne travaillent exclusivement qu'à la traction et que, de ce fait même, résultent les différents avantages dont ce système est doué au point de vue économique. Mais, dans les ponts suspendus rigides dont nous nous occupons, il n'en est pas ainsi.

Si l'on s'attache généralement à faire en sorte que l'une des deux membrures de la ferme de suspension soit constamment tendue, les différents éléments dont se compose l'autre membrure, ainsi que les diverses barres de treillis qui assurent l'invariabilité du système, sont, en revanche, tendus ou comprimés suivant les cas, c'est-à-dire selon le mode d'arrangement et les intensités relatives des différentes charges agissant accidentellement sur le tablier du pont.

A l'augmentation de poids théorique résultant de la substitution d'une ferme triangulée et invariable de forme à un câble principal de suspension unique et déformable vient donc s'ajouter l'accroissement de poids provenant :

1° Du fait qu'à travail égal, les pièces comprimées exigent plus de matière que les pièces tendues ;

2° De la nécessité d'étrésillonner les deux fermes de suspension l'une contre l'autre, afin de s'opposer aux effets de flambage qui pourraient se produire dans chacune d'elles sous l'influence des compressions accidentelles développées dans la membrure non constamment tendue.

On conçoit donc sans peine que l'appareil de suspension soit considérablement alourdi et, de fait, il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur l'un des dessins représentant en perspective le pont de Pittsburg déjà cité ; on est alors frappé de la lourdeur de l'ouvrage et surtout de l'inextricable enchevêtrement des pièces dont se compose la suspension du pont.

Si l'on considère maintenant les ponts suspendus rigides de la deuxième catégorie, c'est-à-dire ceux dans lesquels on obtient l'invariabilité du système en raidissant directement le tablier du pont, on reconnaît que l'appareil de suspension proprement dit reste à peu près ce qu'il était dans le pont suspendu à tablier flexible. L'augmentation du poids total de l'ouvrage est due alors tout entière aux poutres de rigidité dont l'étude et le calcul peuvent être faits, d'ailleurs, indépendamment du reste de la construction. Ces poutres peuvent être articulées ou non au milieu de la portée. Dans le premier cas, le pont jouit des deux propriétés que nous avons attribuées déjà aux arches renversées à triple articulation, c'est-à-dire de la faculté de se dilater ou de se contracter librement sous l'influence des variations de température et de se prêter, d'autre part, à une détermination précise, par la statique, des réactions exercées sur la construction par les culées. Mais la quantité de matière qu'il exige pour sa construction est tellement considérable que l'on préfère généralement renoncer aux avantages de l'articulation médiane et adopter franchement le principe de la continuité de la poutre de rigidité d'un bout à l'autre du tablier.

Le pont s'allège ainsi beaucoup et reprend sensiblement l'aspect d'un pont suspendu ordinaire à tablier flexible.

La solution serait donc parfaite si, malheureusement, les avantages qu'elle procure n'étaient achetés au détriment d'un certain nombre des autres qualités que l'on recherche, c'est-à-dire s'ils n'entraînaient fatalement avec eux les inconvénients énumérés ci-après :

1° Le pont n'étant pas librement dilatable ne peut jamais se régler de lui-même, d'où il résulte que, lorsqu'il se trouve soumis à des écarts de température par trop considérables, il faut, pour le ramener aux conditions normales de la pose, agir de temps en temps sur les appareils de réglage dont la construction doit être alors nécessairement pourvue ;

2° Dans l'ignorance où l'on se trouve généralement de la valeur exacte des tensions ou compressions initiales ainsi que du degré d'élasticité que présentent, les unes par rapport aux autres, les différentes parties de la construction, on se trouve très embarrassé pour déterminer à l'avance les efforts maxima développés dans les divers éléments du pont ; d'où une grande gêne pour le constructeur qui, par mesure de sécurité, est naturellement entraîné à exagérer souvent les dimensions transversales de certaines pièces ;

3° Pour opérer efficacement la répartition des charges accidentelles entre les différentes ordonnées de suspension qui soutiennent le tablier du pont, il est absolument nécessaire que les poutres raidissantes possèdent une certaine flexibilité, d'où il résulte que l'on n'obtient réellement ainsi qu'une construction semi-rigide, c'est-à-dire une solution intermédiaire entre le pont suspendu rigide et l'ancien pont suspendu à tablier flexible. C'est pour cette raison que l'on n'a jamais songé, du moins en Europe, à recourir à ce système pour la construction de ponts de chemins de fer.

L'examen rapide, que nous venons de faire ici des différents types de ponts suspendus rigides, suffit pour mettre en évidence le principal défaut des constructions de ce genre. Nous venons de voir, en effet, que, de tous les systèmes essayés jusqu'à ce jour, les uns présentent l'inconvénient d'exiger une très grande quantité de matière lorsqu'on veut donner au tablier une rigidité absolue, tandis que les autres ne lui laissent qu'une semi-rigidité souvent insuffisante quand on veut rester dans les limites de poids mort qui rendent l'emploi de ce genre de construction réellement économique. Le dispositif idéal serait donc celui qui permettrait de concilier dans un même type ces deux qualités essentielles, économie et rigidité, qui, jusqu'ici, nous ont semblé incompatibles. Le problème, posé de la sorte, est-il susceptible d'une solution parfaite ? Nous allons exposer, dans le paragraphe ci-après, celle qui, dans cet ordre d'idées, nous paraît être la plus satisfaisante.

III. — Solution nouvelle. — Le système que nous allons décrire appartient à la catégorie des arches renversées à triple articulation et, par conséquent, ne semble pas différer beaucoup, au premier abord, de certains autres types déjà connus, tels que le pont de Pittsburg dont nous avons parlé plus haut.

De même que ses congénères, il est librement dilatable et si, en outre, chacune des demi-fermes dont se compose la suspension du pont est, ainsi que nous le supposerons par la suite, strictement définie de forme, il est facile d'en conclure que le calcul des efforts maxima développés dans chacun des éléments de la triangulation pourra se faire exactement par les seuls procédés de la statique.

Quelles sont donc les dispositions spéciales à ce système et surtout quels sont les avantages qui en résultent au point de vue économique ? Telles sont là les questions que nous allons maintenant traiter d'une façon sommaire.

Le premier des principes sur lequel est fondée la construction du pont peut d'abord se formuler ainsi qu'il suit :

« Donner à chacune des demi-fermes dont se compose la suspension une forme telle que leurs membrures supérieure et inférieure soient constamment tendues sous toutes les combinaisons de surcharges accidentelles qui peuvent s'exercer sur le tablier du pont. »

Pour se rendre compte qu'il peut en être toujours ainsi, il est nécessaire, tout d'abord, de considérer la figure 1, qui représente le schéma de l'une des deux fermes de suspension.

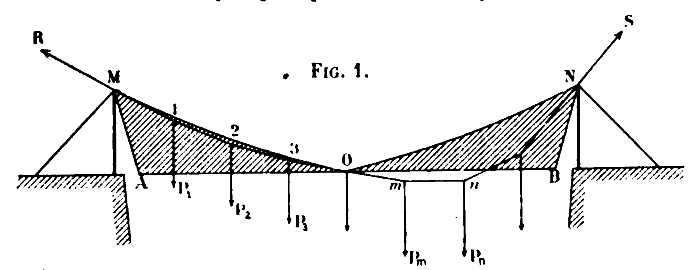


Fig. 1.

Sur cette figure, M et N désignent les deux points de suspension de la ferme, MOA et NOB, les deux demi-fermes invariables qui la composent et O l'articulation médiane qui réunit celles-ci entre elles.

Supposons maintenant que, sans spécifier quoi que ce soit du mode de constitution de ces deux demi-fermes, nous nous donnions cependant *a priori* les poids morts des différents éléments du pont.

Nous pouvons considérer l'un quelconque des modes d'arrangement des charges accidentelles qui peuvent s'exercer sur le tablier du pont, et alors ces charges accidentelles, en se combinant avec les poids morts dont il s'agit, nous donneront les charges totales $P_1$, $P_2$, $P_3$, etc. qui, avec les réactions inconnues R et S passant par les sommets des deux piliers, représenteront l'ensemble des forces extérieures s'exerçant sur la construction du pont.

Nous pouvons également, avec l'aide de ces seules données, construire la *courbe des tractions* M, 1,2,3... O... N correspondant au système de forces $P_1$, $P_2$, $P_3$, etc. C'est, ainsi qu'on le sait déjà, la forme d'équilibre que prendrait, sous l'action de ces mêmes forces, un fil flexible et inextensible attaché par ses deux extrémités aux deux points de suspension M et N, et dont la longueur aurait été réglée de façon qu'il passe par le point O.

Or, ceci posé, rien ne nous empêche alors d'admettre que, pour chaque mode d'arrangement possible des charges accidentelles sur le tablier du pont, nous construisions, en recourant aux procédés connus, la courbe des tractions correspondant à ce système de charges accidentelles et aux poids morts des différents éléments du pont. Nous obtiendrons ainsi autant de tracés différents qu'il y a d'hypothèses admissibles sur la distribution des charges, c'est-à-dire une infinité de courbes de traction formant ensemble un double faisceau convergeant en M, N et O.

Il est facile de déterminer, soit par l'analyse, soit par une série de constructions graphiques, c'est-à-dire au moyen de méthodes de calcul connues, et que pour cette raison nous n'indiquerons pas ici, les formes des courbes supérieure et inférieure qui servent d'enveloppes extérieures à l'ensemble des courbes comprises dans ce faisceau. C'est ainsi, par exemple, que lorsque la charge accidentelle est constituée par une surcharge complète ou incomplète, uniformément répartie sur les parties qu'elle couvre, à raison d'un poids maximum donné par mètre courant de tablier, on trouve que ces courbes-enveloppes sont des paraboles du 3[e] degré, tandis que, dans le cas d'une surcharge unique et concentrée se déplaçant sur toute la longueur du tablier, l'enveloppe supérieure se réduit à une parabole ordinaire du 2[e] degré et l'enveloppe inférieure à une simple branche d'hyperbole. Les formes de ces courbes ne dépendent pas seulement, d'ailleurs, des conditions particulières dans lesquelles les charges accidentelles s'exercent sur le tablier du pont, mais aussi des rapports qui existent entre les intensités de ces charges et la valeur du poids mort par mètre courant de pont.

Quoi qu'il en soit, admettons que, pour contours supérieur et inférieur de la ferme, nous adoptions des polygones dont les sommets soient situés sur ces enveloppes mêmes ou tout au moins en dehors des espaces qu'elles circonscrivent. Nous pourrons, dès lors, en réunissant par une série de bracons ces deux polygones l'un à l'autre, constituer deux systèmes réticulaires simples, suspendus de part et d'autre aux deux points fixes M et N et réunis entre eux par l'articulation médiane O ainsi que le représente la figure 2.

Supposons maintenant que l'on complète la construction par des tiges de suspension reliant aux différents nœuds de la ferme les entretoises ou poutrelles transversales qui supportent les longerons du tablier du pont, on pourra alors démontrer, par la statique, cette proposition importante qui exprime une des propriétés caractéristiques de ce nouveau système : c'est que, quelle que soit la distribution des charges placées sur le tablier, les différents cordons qui forment les contours supérieur et inférieur de la ferme, sont constamment tendus (1).

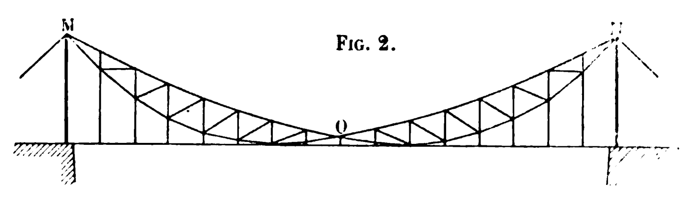


Fig. 2.

Les conséquences de ce fait sont faciles à apercevoir.

On voit, en premier lieu, que, ne devant jamais subir de compressions, les membrures supérieure et inférieure pourront être constituées avec le poids minimum de matière, et, en second lieu, que, les contours de chacune des demi-fermes restant toujours tendus, aucune d'elles ne pourra jamais se gauchir en sortant de son propre plan, ce qui rendra l'emploi de toute espèce d'entretoisement parfaitement inutile.

De ces deux causes résultera donc nécessairement un certain allègement de la construction du pont.

Quant aux bracons qui réunissent l'une à l'autre les deux membrures dans chacun des appareils de suspension, il est naturel de penser que, si on ne fait intervenir aucune autre hypothèse sur le tracé du profil de la ferme, ils seront, comme cela se produit d'ordinaire, tendus ou comprimés suivant les cas, c'est-à-dire selon la disposition et les intensités relatives des charges qui pourront être placées sur le tablier.

Mais nous n'en resterons pas là et nous allons faire appel maintenant à un second principe qui n'est, en quelque sorte, qu'une généralisation du premier et qui va nous permettre d'obtenir pour ces bracons des résultats analogues à ceux déjà obtenus pour les membrures supérieure et inférieure de la ferme.

Ce principe est le suivant :

« Donner à l'ensemble de la construction une forme telle que l'effort développé dans chacun de ses éléments sous la seule influence de la charge permanente soit, en valeur absolue, toujours supérieur à l'effort de sens contraire dû seulement aux charges accidentelles qui peuvent s'exercer sur le tablier. »

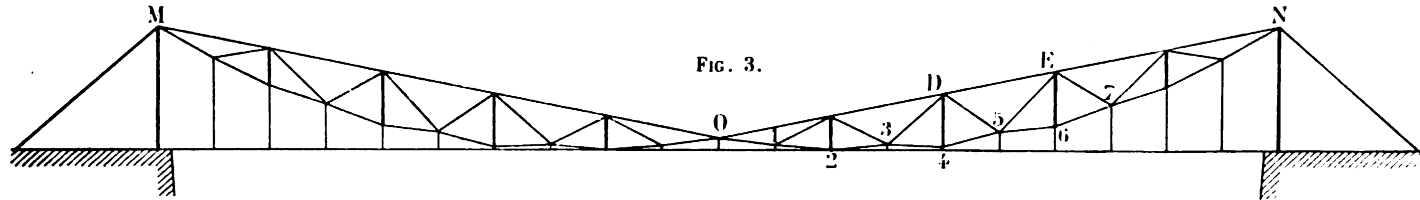


Fig. 3.

Il est évident, en effet, que si cette condition est remplie, les efforts ne changeront jamais de sens dans aucune partie de la ferme, c'est-à-dire que les pièces tendues seront toujours tendues et les pièces comprimées toujours comprimées.

La figure 3 représente le diagramme d'une ferme qui est susceptible de jouir de la propriété énoncée, tant que la charge mobile complète ou incomplète ne dépasse pas, par mètre courant, le double de la charge permanente, c'est-à-dire le double du poids mort du pont.

Sur ce dessin, les gros traits représentent les pièces toujours comprimées et les traits fins les pièces toujours tendues. On voit combien les pièces comprimées sont relativement en petit nombre.

Pour effectuer le tracé, on a tenu, de part et d'autre, les membrures

(1) La démonstration de cette proposition sera prochainement publiée dans les *Annales des Ponts et Chaussées*.

supérieures en ligne droite depuis l'articulation médiane O jusqu'aux sommets M et N des deux piliers. C'est ce qu'on fera le plus généralement. Mais on pourrait sans inconvénient et même avec avantage, dans le cas des fermes de très grande portée, donner à ces membrures une certaine courbure en dessous desdites lignes droites, pourvu toutefois que l'on reste suffisamment en dessus de l'enveloppe supérieure des courbes de traction.

Quant aux membrures inférieures dont les trajectoires en lacets doivent être regardées comme le caractère distinctif de ce genre de construction, on peut les tracer ainsi qu'il suit :

On considère d'abord les nœuds de rangs impairs, c'est-à-dire les nœuds comptés de deux en deux à partir du premier nœud qui suit l'articulation médiane O, puis on les place sur l'enveloppe inférieure des courbes de traction ou en dessous de cette enveloppe.

La position de chaque nœud pair, sur son ordonnée, se déduit des positions des deux nœuds impairs entre lesquels il se trouve.

En effet, si on relie les nœuds entre eux, ainsi qu'on l'a indiqué sur la figure, il est facile de se rendre compte que les positions des deux nœuds 3 et 5, par exemple, étant déterminées, il suffira de faire descendre progressivement le nœud 4 sur son ordonnée pour arriver à une limite supérieure de toutes les positions de ce nœud telles que les bracons 3D et 5D soient toujours tendus sous toutes les variations possibles de la surcharge.

C'est cette limite supérieure qu'il faudra adopter pour la position du nœud pair que l'on considère ou du moins faudra-t-il s'en tenir le plus près possible si l'on ne veut pas augmenter de beaucoup la dépense de matière dans les bracons.

Le tracé ainsi obtenu pour la membrure inférieure affectera la forme d'une ligne brisée dont les rentrants correspondront toujours à des nœuds de rangs impairs. Mais les premier et dernier nœuds, quoique de rangs impairs, pourront être placés, par exception, sur des parties convexes.

On pourrait intervertir les rôles des nœuds pairs et des nœuds impairs et même, sans changer le mode de formation des mailles, modifier plus ou moins dans un sens ou dans l'autre les directions des différents bracons.

A la condition de conserver tels quels les principes mêmes du tracé, on ne changerait pas les propriétés de la ferme et on ne créerait pas ainsi un nouveau type.

Quant au mode de constitution du pont, on le déduit sans difficulté de tout ce qui précède.

C'est ainsi que, grâce aux propriétés spéciales de cette ferme et surtout à la distinction complète et permanente établie entre les pièces tendues et les pièces comprimées, on pourra donner à chaque organe une forme parfaitement appropriée à sa destination, c'est-à-dire au genre d'effort qu'il doit subir.

Les membrures supérieure et inférieure, ainsi que les bracons tendus qui forment le plus grand nombre, pourront être constitués au moyen de câbles, chaînes, barres articulées ou autres organes analogues destinés à ne travailler qu'à la traction.

Les bracons comprimés, au contraire, seront formés de bielles, de pièces tubulaires à treillis ou en caisson, de colonnes métalliques creuses en fers spéciaux ou aciers profilés, du genre de celles que l'on emploie dans les poutres articulées américaines, en un mot, de pièces disposées surtout en vue de résister au flambage qui est le mode de rupture le plus à craindre dans ces organes.

En raison de la persistance du sens des efforts dans les bracons, le jeu des articulations n'est pas à redouter, pas plus, d'ailleurs, que le ferraillement des assemblages au passage des charges roulantes, inconvénient qui se manifeste, au contraire, d'une façon très accentuée dans la plupart des ponts américains.

En ce qui concerne le flambage général des deux fermes, nous avons dit déjà qu'il ne pouvait pas se produire, puisque chacune d'elles est en équilibre stable dans son propre plan. Il en résulte qu'à ce point de vue tout entretoisement mutuel de ces deux fermes serait absolument superflu.

Les avantages du nouveau système de construction que nous venons de décrire peuvent donc se résumer en trois mots : économie, légèreté, rigidité. Quant aux diverses applications dont il est susceptible, elles sont aussi nombreuses que peuvent l'être celles de tout autre système de pont métallique capable de s'appliquer indifféremment à la construction de passerelles, de ponts pour routes et de ponts pour chemins de fer.

Commandant Gisclard.

---

## MÉTALLURGIE

### TRAITEMENT DES RÉSIDUS DES FOURS A PLOMB

La galène et les minerais de plomb en général, sont traités, en Amérique, par les mêmes procédés que ceux usités en Europe, c'est-à-dire le grillage et la fusion, ces opérations se faisant, soit au four à cuve, soit au four à réverbère. Comme les minerais américains sont, en grande partie, argentifères, on n'emploie pas, dans ce pays, le procédé du Bessemer, parce qu'il ferait perdre une très forte proportion de l'argent renfermé dans les minerais.

Les résidus des fours de traitement des minerais de plomb contiennent environ 7 °/₀ de cuivre, et leur faible teneur en ce métal ne permet pas de les traiter directement pour la récupération du cuivre. Il est donc nécessaire de leur faire subir, comme aux minerais pauvres, diverses opérations préparatoires.

On commence d'abord par griller les résidus, soit en tas, soit dans des fours. Toutefois, avant de procéder à cette opération, il est utile, pour obtenir un bon résultat, de faire en sorte que les morceaux soumis au grillage ne soient pas trop gros et qu'ils soient, autant que possible, de dimensions analogues. On passe donc, en premier lieu, les plus gros blocs dans des concasseurs, d'où l'ensemble est amené aux malaxeurs, pour se rendre ensuite dans un tambour trieur qui ne laisse passer que les morceaux n'ayant pas plus de 13 millimètres environ de diamètre. Les parties refusées par le crible repassent au malaxage.

Le premier grillage terminé, on utilise fréquemment les mattes grillées ainsi obtenues, comme réducteurs dans les fours à plomb, à cause de leur haute teneur en fer. On obtient alors une matte cuivreuse, contenant de 10 à 13 °/₀ de cuivre, et qui peut être soumise à la concentration.

Celle-ci se fait soit au four à cuve, soit au four à réverbère, soit encore par le procédé mixte. On effectue d'abord un nouveau grillage, puis on mélange le produit obtenu à des scories de fours à plomb, et on traite le mélange dans un four à cuivre, si, comme dans certaines grandes exploitations, on en a un à sa disposition ; dans le cas contraire, le traitement se fait dans un four à plomb ordinaire. On dispose celui-ci de façon à permettre de recueillir d'abord le plomb concentré qui se forme, et ensuite, les mattes et les scories. On cherche quelquefois aussi à séparer dans le four les mattes et les scories. A cet effet, on donne une certaine inclinaison à la sole du four, ce qui permet aux mattes cuivreuses de se rassembler à la partie basse, tandis que les scories restent à la partie supérieure. On recueille, dans cette opération, le plomb régénéré que l'on n'a plus qu'à porter à l'affinage. Quant aux mattes cuivreuses ainsi obtenues, elles ont une teneur en cuivre de 24 à 30 °/₀.

A de rares exceptions près, on fait en général subir un grillage préalable aux mattes avant la concentration. Celle-ci se continue en faisant fondre la matte cuivreuse avec des minerais de cuivre quartzeux et des scories d'opérations antérieures. On obtient ainsi une matte concentrée, à 40 à 60 °/₀ de cuivre, qui, vu sa richesse, est généralement vendue directement aux usines à cuivre, dans lesquelles elle est traitée par deux méthodes différentes.

Dans la première, on convertit la matte en cuivre noir, puis on soumet celui-ci au raffinage. Le cuivre raffiné est ensuite désargenté, soit par traitement à l'acide, soit par électrolyse.

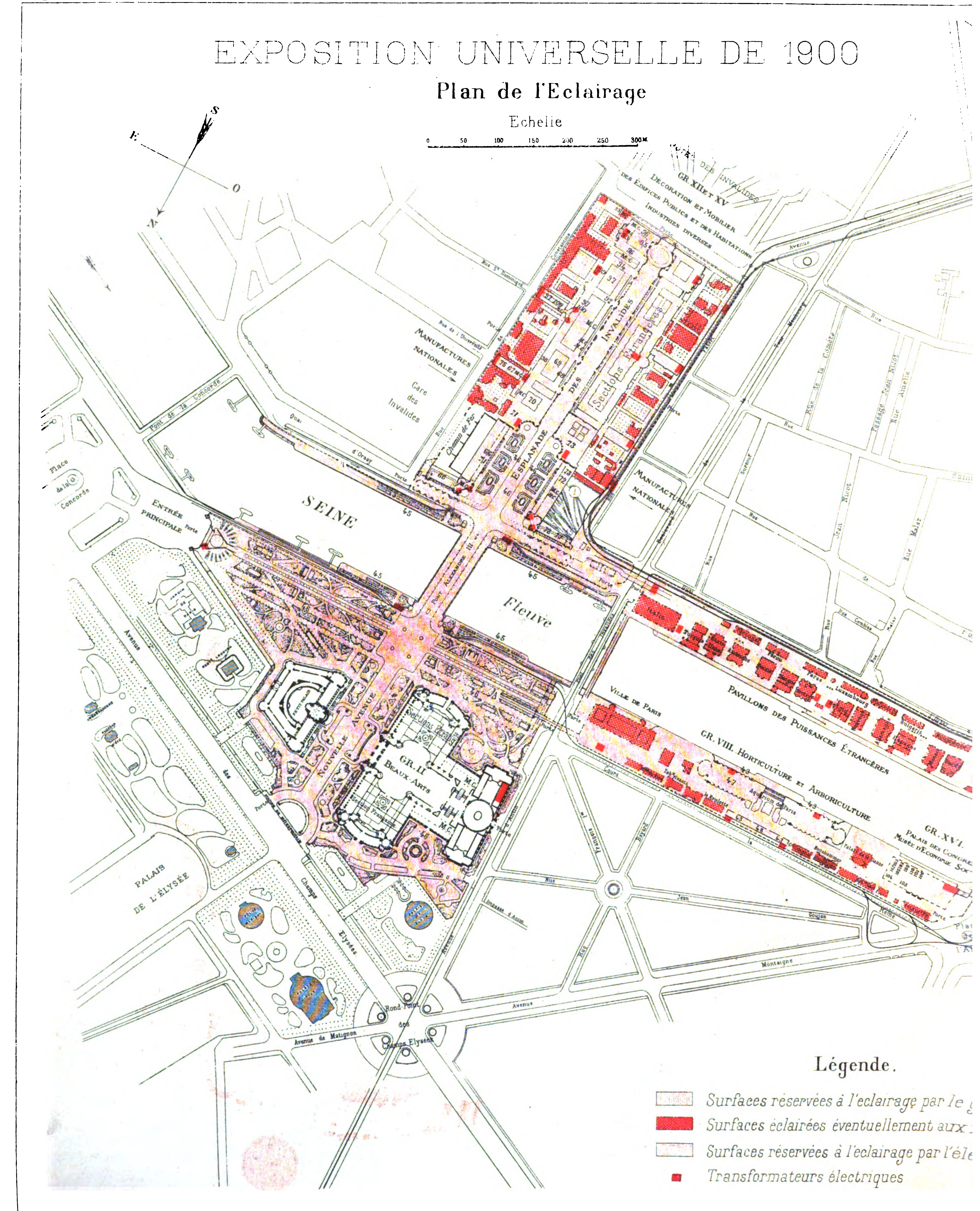
La deuxième méthode est usitée lorsque le produit à traiter est très pauvre en fer. Dans ce cas, on le grille à nouveau, puis on le traite à l'acide sulfurique qui transforme le cuivre en sulfate, le restant rentrant en fabrication.

Dans le cas où les mattes sont argentifères et aurifères, on les grille avec soin ; l'argent se transforme en sulfate d'argent, que l'on dissout par l'eau et que l'on précipite par du cuivre métallique. L'or, au contraire, reste dans le résidu métallique, que l'on concentre de plus en plus, en le traitant par de la pyrite. On finit par obtenir un lingot ne contenant presque plus que de l'or impur ; celui-ci est alors soumis au raffinage.

Certaines grandes exploitations ont trouvé plus rémunérateur de traiter elles-mêmes leurs mattes cuivreuses à 60 °/₀. Dans ce cas, voici comment on opère : on soumet une partie de la matte à un grillage et, celui-ci terminé, on mélange le produit grillé avec une partie à l'état naturel ; on ajoute, en outre, des résidus quartzeux. Le tout est fondu au four à réverbère, et cette opération donne alors une matte blanche, dont la teneur en cuivre atteint 70 °/₀.

Cette dernière est ensuite soumise à une fusion oxydante, dans laquelle on concentre la masse jusqu'au cuivre noir. On utilise, pour cette opération, un four spécial qui mérite une description détaillée.

Ce four, représenté par les figures 1 à 5, que nous empruntons à la *Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hütten-wesen*, a une voûte fixe *a*, et les gaz de la combustion, venant du foyer *c*, passent sur toute la longueur de la sole avant de pénétrer dans la cheminée *d*. La grille du foyer est mobile et le chauffage se fait à tirage forcé, *w* étant la conduite d'air sous pression. Cette conduite *w* amène également l'air comprimé dans les deux tuyères $w_1$ et $w_2$. Les murs latéraux du four re-


EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900
Plan de l'Eclairage
Echelle
0 50 100 150 200 250 300M
SEINE
Fleuve
Manufactures Nationales
Gare des Invalides
Esplanade des Invalides
Sections Françaises
Décoration et Mobilier des Édifices Publics et des Habitations
Industries diverses
Entrée Principale
Place de la Concorde
Pont de la Concorde
Quai d'Orsay
Pont Alexandre III
Gr. II Beaux-Arts
Avenue Nouvelle
Ville de Paris
Pavillons des Puissances Étrangères
Gr. VIII. Horticulture et Arboriculture
Gr. XVI. Palais des Congrès
Palais de l'Élysée
Avenue des Champs Élysées
Rond-Point des Champs Elysées
Avenue de Matignon
Avenue Montaigne
Légende.
Surfaces réservées à l'éclairage par le g
Surfaces éclairées éventuellement aux
Surfaces réservées à l'éclairage par l'éle
Transformateurs électriques

GR. VII ET X. AGRICULTURE ET ALIMENTS
École Militaire
Salle des Fêtes
GR. VII ET X. Sections Étrangères
GR. VII ET X. 36 et 60 M.C. 36 et 60
Usine Suffren
Usine la Bourdonnais
Sections Étrangères
GR. IV ET V. MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ
GR. XIV. INDUSTRIES CHIMIQUES
GR. IV ET V. MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ
GR. VI. GÉNIE CIVIL ET MOYENS DE TRANSPORT
CHAMP DE MARS
GR. I. ÉDUCATION ET ENSEIGNEMENT
GR. XIII. FILS, TISSUS, VÊTEMENTS
GR. III. LETTRES, SCIENCES ET ARTS
GR. XI. MINES ET MÉTALLURGIE
Tour de 300 mètres
ADMINISTRATION
SEINE
FORÊTS CHASSE PÊCHE ET CUEILLETTES GR. IX
NAVIGATION DE COMMERCE GR. VI
GR. XVI HYGIÈNE
ARMÉES DE TERRE ET DE MER GR. XVIII
VIEUX PARIS
NAVIGATION DE PLAISANCE
Quai Debilly
Panorama de la bataille d'Iena
COLONIES ET PROTECTORATS FRANÇAIS
Algérie
Tunisie
COLONIES ÉTRANGÈRES
Japon
Indes Anglaises
Chine
Sibérie
Indo-Chine
Cambodge
Madagascar
PALAIS DU TROCADÉRO
Colonisation 114
Place d'Iena
Avenue d'Iena
Trocadéro

az
ais des exposants.
tricité

(6671) Imp. J. Gentil 190 Faubourg St Denis. Paris

posent sur deux fers à I, *g* (fig. 3, 4 et 5) qui, eux-mêmes, sont supportés par des colonnes *g'*. La partie caractéristique de ce four est sa sole mobile, qui est établie sur un chariot *k* roulant sur rails. Grâce à ce dispositif, on peut obtenir une bonne circulation d'air sous la sole, dont il permet, en outre, une facile réfection en cas de besoin. Cette sole, qui mesure $2^m 438$ de longueur sur $1^m 828$ de largeur, est entourée d'un cadre rafraîchissant *hh'*, et elle est portée par quatre vis *i*. Le cadre rafraîchissant, formant conduite d'eau, est en acier, et lui, l'axe *m*, muni de deux vis sans fin. Ces vis engrènent avec deux roues ou engrenages héliçoïdaux formant écrou des vis de support du four. En tournant le volant *n*, on oblige donc les deux vis arrière à tourner sur elles-mêmes. Une manivelle placée sur le côté du four transmet un mouvement identique aux deux vis avant. Les quatre vis tournant ainsi sur elles-mêmes, il en résulte, suivant le sens de la rotation, un abaissement ou une élévation de la sole.

La sole du four est formée d'un mélange d'argiles cuite et crue ;

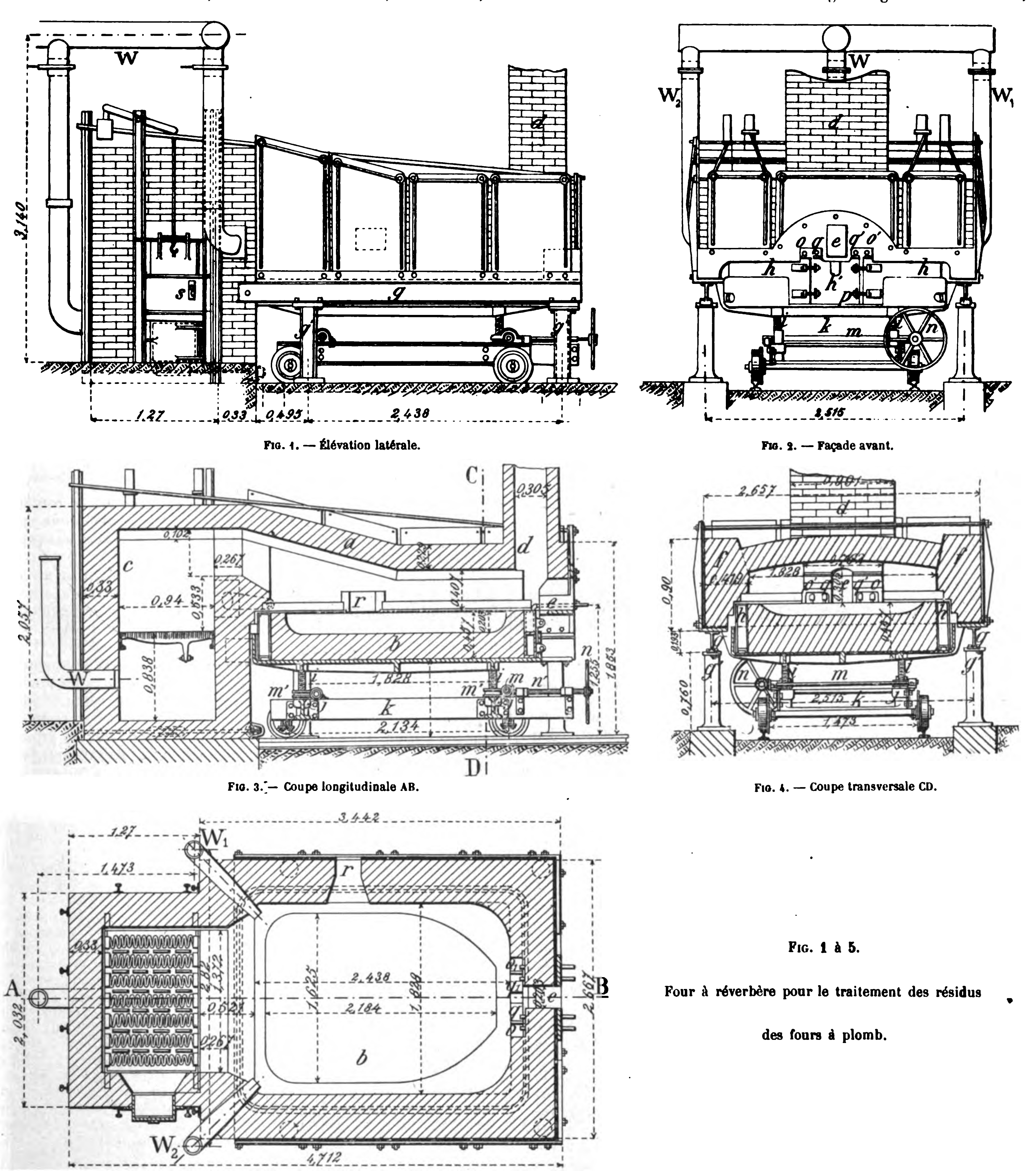



Fig. 1. — Élévation latérale.

Fig. 2. — Façade avant.

Fig. 3. — Coupe longitudinale AB.

Fig. 4. — Coupe transversale CD.

Fig. 5. — Coupe horizontale.

Fig. 1 à 5.

Four à réverbère pour le traitement des résidus des fours à plomb.

il reçoit continuellement l'eau de refroidissement par l'arrière. Cette eau s'écoule à l'avant du four par les tubulures *o* et *o'*. La boîte rafraîchissante d'avant, *h'*, reçoit son eau en *p*, et celle-ci s'écoule en *q* et *q'*.

Les quatre vis sur lesquelles est placée la sole permettent, suivant les besoins, un abaissement ou une élévation de celle-ci. A cet effet, un volant de commande *n* met en marche l'axe *n'* muni d'un engrenage conique. Cet engrenage actionne un deuxième engrenage et, avec quelquefois aussi elle est constituée par un mélange de quartz et d'argile.

L'armature de l'appareil est constituée par d'épaisses plaques de blindage, des rails servant d'appuis et de forts tirants de serrage. Les charges sont introduites par la porte latérale *r* et atteignent environ le poids total de 10 tonnes. Elles sont composées d'un mélange des mattes blanches, riches à 70 % de cuivre, et de déchets provenant des fours de raffinage du plomb. La teneur moyenne atteint environ 40 à 45 % de cuivre. L'introduction des charges se fait en quatre opéra-

tions successives. On commence tout d'abord par traiter 45 °/₀ de la charge; la deuxième fournée est de 25 °/₀, la troisième de 22 °/₀, et enfin la quatrième est de 8 °/₀.

Le traitement d'un pareil chargement dure trois jours, et l'on retire environ 4500 kilogr. de cuivre noir à 95 °/₀ de cuivre; la scorie restante contient environ 13,8 °/₀ de cuivre et 52,3 °/₀ de plomb. Il va sans dire que cette scorie à haute teneur métallique rentre en fabrication dans une opération ultérieure.

Comme exemple d'une installation et d'un traitement de ce genre, nous citerons les usines de la Philadelphia Smelting and Refining C°, à Puebla, dans le Colorado. Cette Compagnie est une des plus puissantes des États-Unis pour le traitement et la production du plomb; il est donc tout naturel qu'elle ait songé à établir une installation spéciale pour le traitement des résidus des fours et des mattes plombeuses et cuivreuses.

En effet, elle produit journellement jusqu'à 60 et 70 tonnes de plomb métallique et, si on évalue à 12 °/₀ la teneur moyenne des minerais traités, il en résulte que cette énorme production oblige à traiter une masse de 500 à 600 tonnes de minerais par jour. Dans ces conditions, une installation spéciale du traitement des résidus s'imposait.

Dans cette exploitation, il y a continuellement un ou deux fours à cuve en marche pour concentrer les résidus jusqu'à la teneur de 40 à 50 °/₀ de cuivre. Après grillage, on concentre au four à réverbère et l'on obtient la matte blanche à 70 °/₀ de cuivre. Celle-ci est, comme nous l'avons expliqué, traitée dans le four à réverbère spécial que nous venons de décrire, en y adjoignant des minerais de cuivre quartzeux et des scories. Le travail se fait en atmosphère très oxydante, ce qui provoque la production d'une grande quantité de cuivre noir. Celui-ci est alors vendu aux usines de traitement et de raffinage du cuivre.

Ce traitement complet des résidus jusqu'à la production du cuivre noir n'est pourtant pratiqué que par les grandes usines. Les petites exploitations se bornent, comme nous l'avons dit plus haut, à concentrer la matte cuivreuse jusqu'à une teneur de 40 à 50 °/₀ en cuivre, et vendent alors le produit, dans ce dernier état, aux usines métallurgiques de traitement du cuivre.

H. S.

---

## JURISPRUDENCE

### LES INDUSTRIES AGRICOLES

J.-B. Say a dit que l'agriculture est une manufacture de produits agricoles et que la terre n'est qu'une vaste machine pour la production de ses denrées.

Cependant le législateur a soustrait l'industrie agricole aux conséquences de l'idée de commercialité. Il l'a dit expressément en l'article 638 du Code de commerce qui dispose que *ne seront point de la compétence des tribunaux de commerce les actions intentées contre un propriétaire cultivateur ou vigneron, pour vente de denrées provenant de son cru.* Cela signifie que le propriétaire qui ne fait que vendre les produits de son fonds n'est point commerçant. D'où il suit que, non seulement il n'est point soumis à la juridiction commerciale, à raison des obligations qu'il a contractées pour son exploitation, mais encore qu'il n'est pas obligé de tenir des livres de commerce pour constater ses opérations et que, à la différence des industriels et commerçants, il n'encourt pas la faillite en cas de cessation de paiements.

L'idée est juste en elle-même, car, si l'on considère que la qualité de commerçant est caractérisée par l'acte de spéculation qui consiste à acheter pour revendre, on doit reconnaître que l'agriculteur ne joue pas véritablement ce rôle d'intermédiaire, qu'il reçoit directement de la nature ce qu'il vend, en un mot qu'il ne revend pas.

En dehors des lois fiscales qui distinguent nettement les agriculteurs des commerçants pour l'application des droits de patente et autres taxes commerciales, on peut citer de nombreuses décisions que la jurisprudence a déduites de cette différence.

Ainsi, ne font pas le commerce : 1° le propriétaire d'une mine qu'il exploite; 2° le propriétaire d'une saline; 3° le propriétaire ou locataire d'une carrière; 4° la Compagnie ayant acquis de l'État le droit d'exploiter des sources d'eau minérale et des établissements thermaux; 5° le fermier d'un droit de pêche qui vend par lui-même ou par ses intermédiaires le produit de sa pêche; 6° le champignonniste; 7° la Société formée pour l'obtention et l'exploitation d'une concession d'eaux destinées à alimenter un canal d'irrigation, etc.

Il est vrai que, dans ces divers cas, le principe de la non-commercialité de l'industrie agricole semble d'une application facile, parce que le propriétaire vend les produits tels qu'il les extrait du sol ou qu'il les trouve dans la nature.

Mais souvent le propriétaire fait subir à ses produits une transformation plus ou moins grande: ne tombe-t-il pas alors sous le coup du deuxième alinéa de l'article 632 qui vise et classe comme acte de commerce *toute entreprise de manufacture?* A ce point de vue, les décisions de la jurisprudence sont quelquefois contradictoires. Néanmoins, la formule générale est assez nette : elle consiste à distinguer suivant que l'exploitation industrielle a un caractère principal ou accessoire par rapport à l'exploitation proprement dite du sol. Si la transformation industrielle n'est qu'un moyen de faire valoir les produits du fonds, comme en convertissant du blé en farine ou des olives en huile, l'exploitation conserve le caractère civil. Si, au contraire, l'objet principal se trouve être la transformation des produits du sol, et si ceux-ci n'ont en eux-mêmes qu'une valeur accessoire par rapport au résultat de la fabrication, il y a entreprise de manufacture, c'est-à-dire opération commerciale. Telle est bien la théorie : mais que de controverses sur la solution de chaque espèce particulière!

En voici quelques exemples :

Ne fait pas acte de commerce le propriétaire qui distille lui-même ses vins ou ses betteraves, ou qui fabrique du ciment ou du plâtre avec la matière première qu'il trouve dans sa propriété. Il en est de même d'une Compagnie houillère qui achète du goudron pour la fabrication de ses charbons agglomérés; d'une Société thermale qui se livre accessoirement à l'exploitation d'hôtels; d'une Compagnie qui fabrique du sucre avec le produit de ses propriétés, alors même, qu'accessoirement elle convertirait en sucre les produits de propriétés voisines.

En sens inverse, des décisions de justice ont déclaré commerçants : 1° le viticulteur qui ne se borne pas à vendre les vins produits par ses propriétés, mais qui tient ou fait tenir en ville un débit de ses vins en gros ou en détail où il les vend après les avoir préparés ou manipulés; 2° l'exploitant d'une ardoisière, par le motif que l'ardoise brute n'a presque aucune valeur propre et que sa valeur commerciale est due presque entièrement à la main-d'œuvre. Il a même été jugé (sans que peut-être on puisse y voir trace suffisante de transformation industrielle) qu'il y a lieu de considérer comme commerçant le propriétaire vendant les cailloux provenant de son sol, par cela seul qu'il les avait, au préalable, cassés de la grosseur voulue par les règlements pour l'entretien des routes.

Cependant la pratique de la jurisprudence est plutôt de commercialiser le moins possible les entreprises agricoles, quelles que soient les apparences commerciales de telles ou telles opérations auxquelles elles se livrent à cette occasion.

Cette tendance ne s'est jamais plus manifestée que dans un arrêt de la Cour de cassation, en date du 12 mai 1875, rejetant le pourvoi formé contre un arrêt de la Cour d'appel de l'Ile de la Réunion. Il s'agissait dans l'espèce d'une Société fondée pour la culture de la canne à sucre et la fabrication du sucre. Il était constaté en fait : 1° que cette Société, dans ses usines, fabriquait du sucre avec le produit de ses propriétés; 2° qu'en outre, elle convertissait en sucre les produits de propriétés voisines; 3° qu'elle procédait même à la vente de sucres provenant de ces propriétés, comme des siennes; 4° qu'enfin, elle avait eu recours à des émissions de billets à ordre pour se procurer les fonds nécessaires à ces diverses opérations. Malgré tout, cette Société n'a pas été déclarée commerciale parce que la culture de la canne à sucre est apparue comme son entreprise principale et que tout le reste ne s'y rapportait qu'accessoirement.

Voici d'ailleurs les termes de la solution admise par la Cour de cassation :

Attendu qu'il est constaté, en fait, par l'arrêt attaqué : 1° que l'usine établie sur le domaine des Deux-Rives fut construite pour l'exploitation agricole des cannes à sucre produites par les vastes terrains dont la Société civile des frères de la Giroday et du sieur Morin, défendeurs éventuels, était propriétaire; 2° que cette usine n'a été employée qu'accessoirement à convertir en sucre les cannes des propriétaires voisins; 3° que si les frères de la Giroday et Morin ont été chargés quelquefois de vendre les sucres provenant des cannes de ces propriétaires voisins, il n'a été procédé de la sorte qu'exceptionnellement pour quelques planteurs; 4° que si lesdits de la Giroday et Morin, défendeurs, ont eu souvent recours à des émissions de billets à ordre pour se procurer des fonds, leurs emprunts ont eu lieu, non pas dans un but de spéculation pour des achats de denrées ou de marchandises destinées à être revendues, mais uniquement pour subvenir aux frais de culture des terres, et aux besoins d'entretien et d'amélioration de l'usine;

Attendu que, dans ces circonstances, l'arrêt attaqué a pu rejeter, comme mal fondée, la prétention du demandeur en cassation tendant à faire déclarer que la Société civile des défendeurs éventuels était devenue une Société commerciale, sans que les textes susindiqués aient été violés ni faussement appliqués;

Rejette le pourvoi contre l'arrêt de la Cour de l'Ile de la Réunion en date du 1er mai 1874 [1].

Cette solution n'est, en somme, qu'une application du principe que des opérations accessoires ne sauraient modifier le caractère essentiellement civil d'une entreprise [2].

Louis Rachou,
*Docteur en droit,*
*Avocat à la Cour d'Appel de Paris.*

(1) Cour de cassation, 12 mai 1875, *Sirey*, 1876-1-376.
(2) Cour de Montpellier, 28 août 1874, *Sirey*, 1874-2-299.

## VARIÉTÉS

### Exposition de 1900.

### Effondrement de la passerelle du « Globe Céleste ».

Un grave accident, qui a entraîné la mort de neuf personnes et en a blessé assez sérieusement une dizaine, s'est produit dimanche dernier, 29 avril, aux abords de l'Exposition : une passerelle (fig. 1 et 2), située au-dessus de l'avenue de Suffren, à l'angle de cette avenue et du quai d'Orsay, et reliant à l'Exposition une entreprise particulière, « le Globe Céleste », s'est effondrée sur les promeneurs qui circulaient au-dessous, sur la voie publique.

FIG. 3. — Vue prise quelques secondes après l'accident, du rez-de-chaussée d'un café situé au nord-est de la passerelle.

Construite sur les plans de MM. Galeron, Architecte, et N. Tédesco, Ingénieur-Conseil de l'entreprise, cette passerelle était établie parallèlement à la Seine sur une longueur de 115 mètres. Elle était édifiée en béton de ciment armé suivant le système Matrai, dénommé *fer béton*. La partie située au-dessus de l'avenue de Suffren avait 4 mètres de largeur et était divisée en trois travées dont une, au milieu, de $17^m 40$. Les piliers d'appui étaient également en fer-béton. Un escalier de bois y donnait accès, du côté du Champ-de-Mars.

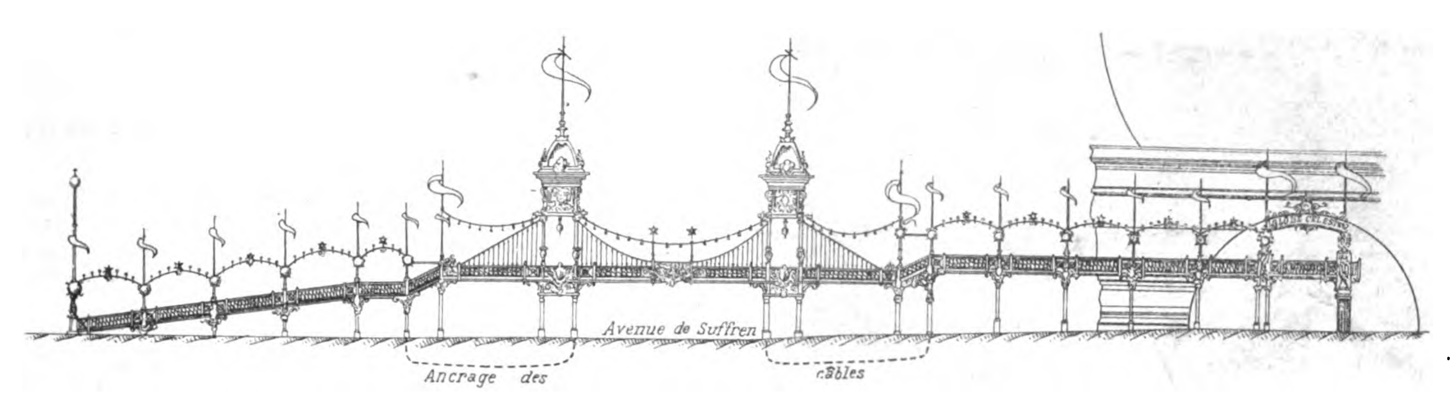



FIG. 1. — Vue en élévation de la passerelle.

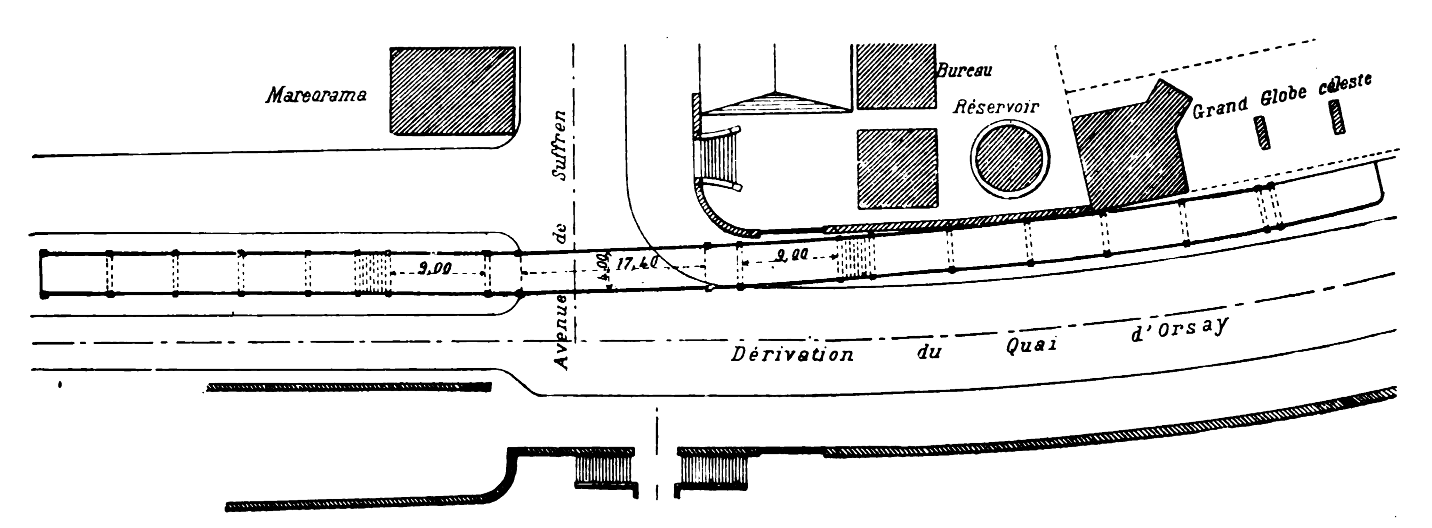



FIG. 2. — Vue en plan de la passerelle.

FIG. 1 et 2. — Passerelle reliant le *Globe Céleste* à l'enceinte de l'Exposition, par-dessus l'avenue de Suffren.

Les figures 1 et 2 représentent en élévation et en plan le projet de passerelle qui avait été primitivement adopté et qui a été ensuite exécuté avec quelques modifications.

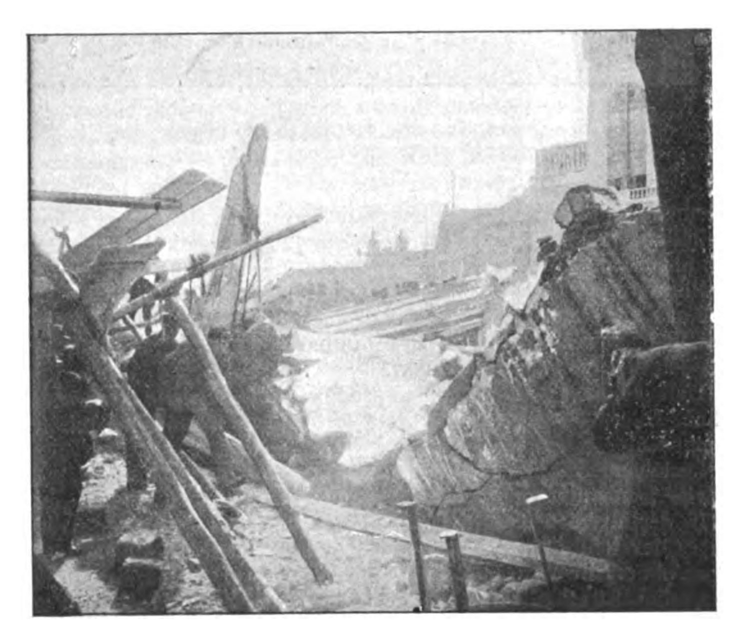


FIG. 4. — Vue prise quelques minutes après l'accident, du premier étage du même café.

Ainsi que tous les ouvrages de ce système, la passerelle était constituée par la combinaison de fers profilés, formant poutre de rive,

avec des câbles en forme de chaînettes venant renforcer chacune des poutres, de part et d'autre de l'âme et travaillant uniquement à la traction. Entre ces poutres de rive, des fils de fers diagonaux étaient



Fig. 5. — Vue de la passerelle effondrée, d'après une photographie prise le 1er mai.

disposés, formant de larges mailles que l'on noyait ensuite, ainsi que les poutres de rive, dans un massif de béton de ciment.

On s'était attaché à donner à la passerelle du Globe Céleste une grande légèreté. Pour des raisons de décoration, le tablier était sim-

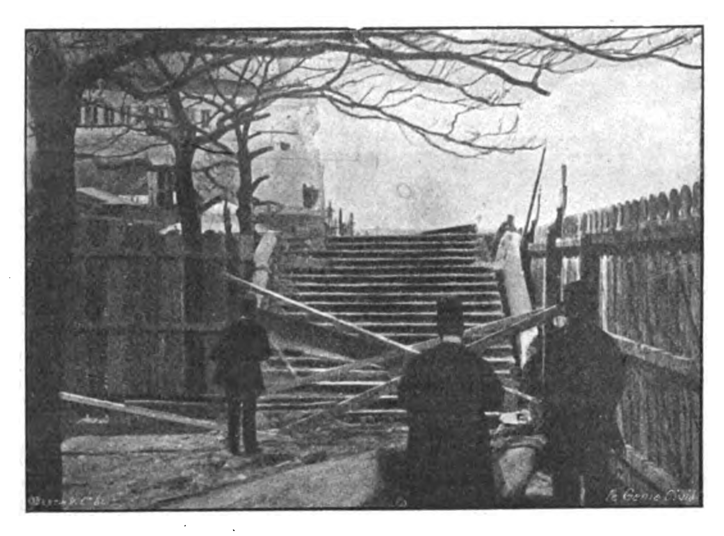


Fig. 6. — Vue de l'escalier donnant accès à la passerelle, d'après une photographie prise le 1er mai.

plement supporté, entre les deux piliers, par des câbles paraboliques, reliés aux poutres de rive par une série de tiges verticales. Les câbles en fils d'acier devaient pouvoir résister à un effort de 43 kilogr. par millimètre carré.

Nous reproduisons ici (fig. 3 à 6) quatre photographies de la passerelle effondrée, dont deux prises immédiatement après sa chute et les deux autres le surlendemain.

L'affaissement commença à se produire dans la partie attenante du Globe Céleste et continua sur toute la longueur d'une façon relativement lente.

Le tablier s'est effondré avec un mouvement de torsion qui l'a fait dévier pendant sa chute, en dehors de son axe.

Le décintrement venait d'être commencé et des épreuves de résistance devaient avoir lieu le surlendemain. Cette passerelle n'était donc pas encore livrée à la circulation.

L'administration même de l'Exposition ne saurait être, croyons-nous, rendue responsable de cette catastrophe, car elle ne livre aux visiteurs que les constructions qui ont été préalablement examinées et reçues par elle. Or, pour cette passerelle, ces formalités n'avaient pas encore été remplies.

D'autre part, le Service du Contrôle des constructions de l'Exposition n'avait eu à exercer aucune surveillance sur ce travail qui faisait partie d'une entreprise particulière exécutée en dehors de l'enceinte même de l'Exposition, et qui, par suite, était soumise aux règlements généraux du Service de Voirie de la Ville de Paris.

Deux causes ont semblé, au premier abord, avoir pu entraîner la chute de cette passerelle : le décintrement trop hâtif d'un béton formé peut-être de matériaux de qualité insuffisante et l'affaissement du sol causé par des travaux de terrassement exécutés à proximité.

Mais il y a actuellement lieu d'attendre les résultats de l'enquête en cours pour déterminer la véritable cause de l'accident et faire la part des responsabilités.

---

### Dispositif pour empêcher l'éclatement des conduites d'eau par la gelée.

A l'une des dernières séances du Franklin Institute, de Philadelphie, M. Nevil Monroe Hopkins a fait une communication relative à un dispositif pneumatique dont il est l'auteur et qui est destiné à empêcher l'éclatement des conduites d'eau par suite de la formation de la glace.

Comme on le sait, l'éclatement des conduites est dû, dans ce cas, à la dilatation de l'eau au moment où elle se congèle, son volume augmentant alors d'environ 10 %. On sait aussi que la glace soumise à une pression devient plastique et peut se mouler.

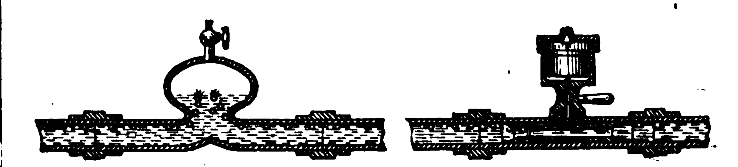
C'est en se basant sur ces deux phénomènes que M. Hopkins a imaginé son dispositif, dont le principe consiste à munir la conduite de coussins élastiques constitués par des dômes ou réservoirs pleins d'air' la conduite étant, en outre, munie, du côté opposé au réservoir d'air, de surfaces convenablement inclinées, comme on le voit sur la gauche de la figure ci-dessous qui est empruntée à l'*Electrical World*.

Par suite de sa plasticité, la glace glisse le long des parois du tuyau, jusqu'à ce qu'elle atteigne ces deux surfaces inclinées, qui la dirigent dans le réservoir constitué par le dôme, où elle ne fait que comprimer l'air qui y est contenu, au lieu de faire éclater la conduite.

Les dômes sont intercalés de trois en trois mètres sur la conduite, à laquelle ils se relient par des joints ordinaires.

La présence de ces dômes remplis d'air a, en outre, l'avantage de régulariser l'écoulement de l'eau et de le rendre silencieux.

Mais, pour que les dômes remplissent l'office auquel ils sont des-



Coupe longitudinale d'un réservoir d'air et d'un aspirateur.

tinés, il est indispensable qu'ils contiennent toujours une quantité d'air suffisante. A cet effet, la conduite est munie d'aspirateurs d'air, comme celui que l'on voit sur la droite de la figure ci-dessus.

L'ajutage conique, placé à l'intérieur de la conduite, produit une accélération dans la vitesse d'écoulement de l'eau au point où celle-ci pénètre dans le petit rétrécissement conique et y produit un certain vide. L'air entre aussitôt par l'orifice ménagé à la partie supérieure de l'aspirateur, et se trouve entraîné dans la conduite.

Lorsqu'on arrête l'écoulement de l'eau, l'espace vide se remplit d'eau, qui pénètre dans le petit cylindre placé au-dessus, où elle soulève un flotteur en cuivre portant une soupape qui vient fermer l'orifice par lequel entrait l'air.

Dès que l'on rétablit l'écoulement de l'eau, il se produit, à nouveau, un vide autour de l'ajutage; l'eau contenue dans le cylindre supérieur se trouve aspirée; le flotteur descend et la soupape s'ouvre pour laisser entrer une nouvelle quantité d'air.

Cet air a aussi l'avantage, au point de vue de l'hygiène, de contribuer à la purification de l'eau qui l'entraîne.

Le dispositif pneumatique de M. Hopkins a déjà été employé dans un grand nombre de bâtiments, aux États-Unis. Il a été appliqué, en particulier, à la Maison Blanche, à Washington.

---

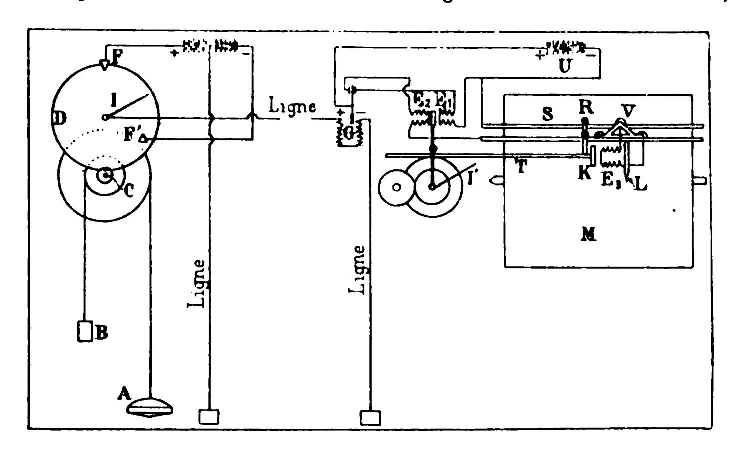
### Indicateur électrique de niveau à distance.

Les indicateurs de niveau à distance sont des appareils qui trouvent leur application chaque fois que d'un poste central d'observation il est nécessaire de pouvoir surveiller les variations de niveau d'un liquide quelconque dans des réservoirs répartis en divers points d'une exploitation, à grande distance. Il existe déjà un grand nombre de systèmes d'appareils de cette nature, à transmission électrique. Celui que représente schématiquement la figure ci-dessous offre l'avantage de réaliser une combinaison très simple comportant un enregistreur.

Dans ce système d'indicateur de niveau à distance, le flotteur A du

réservoir à surveiller est disposé à l'extrémité d'un câble qui s'enroule sur une poulie de grand diamètre. Un contrepoids B, suspendu à un tambour calé sur l'axe C de la poulie, assure la tension du câble du contrepoids. L'axe C transmet par engrenages le mouvement qu'il reçoit à un disque D. Le rapport des engrenages est tel que, le niveau variant entre ses deux limites extrêmes, dans le réservoir, le disque D fait un tour complet.

Sur l'axe du disque D et complètement indépendant de celui-ci, se trouve montée une aiguille I, qui se déplace régulièrement et sans arrêt, par l'effet d'un mouvement d'horlogerie. Deux contacts F et F',




Indicateur électrique de niveau à distance.

l'un indépendant du disque D, l'autre fixé sur lui, sont, d'autre part, mis en relation avec les pôles extrêmes d'une batterie de piles. Le contact F' est placé de telle sorte qu'il arrive en F, quand le niveau inférieur du réservoir est atteint. L'aiguille I, dans son mouvement de rotation, touche successivement les deux contacts F et F'; les connexions sont telles que, dans la ligne qui relie le réservoir au poste d'observation, les courants produits lors de ces deux contacts soient de sens contraire.

Grâce à un relais établi en G, au poste récepteur, deux électro-aimants $E_1$ et $E_2$ peuvent être excités respectivement par le courant correspondant au contact F ou par celui que détermine le contact F'. Ces deux excitations ont pour effet, de laisser libre de se mouvoir une aiguille I, primitivement dans la position verticale, puis de l'arrêter dans son mouvement provoqué par un mécanisme d'horlogerie. Le déplacement de l'aiguille I' devant son cadran est dans un certain rapport avec celui de l'aiguille I. dans l'intervalle des deux contacts F et F'; il est donc proportionnel à la hauteur du liquide dans le réservoir. Un calcul très simple permet d'inscrire des indications précises sur le cadran récepteur. Un mécanisme rudimentaire remet l'aiguille I' dans sa position verticale, pour les observations ultérieures.

L'enregistreur qui est combiné à cet indicateur est constitué de la façon suivante :

Une tringle T engrène avec le mécanisme d'horlogerie de l'aiguille I' et, par suite, se déplace de quantités proportionnelles au déplacement de celle-ci. Cette tringle, qui porte à son extrémité une pièce de fer doux K, est suspendue à un chariot R, roulant sur deux barres S. Un second chariot V supporte de la même façon un électro-aimant $E_3$. Les deux barres S sont mises respectivement en relation avec les deux pôles d'une batterie locale U. Les connexions sont telles que l'électro-aimant $E_3$ soit excité en même temps que l'électro-aimant $E_2$, au moment de l'arrêt de l'aiguille I'. Il en résulte que, si d'une observation à l'autre, le niveau s'est élevé dans le réservoir, la tringle T pousse simplement devant elle le chariot de l'électro-aimant $E_3$ et que, si, au contraire, le niveau s'est abaissé dans le réservoir, l'électro-aimant est attiré vers le fer doux, par suite de l'aimantation de celui-ci. Un crayon L, solidaire de l'électro-aimant $E_3$, inscrit ces variations sur le cylindre enregistreur M.

D'après le *Centralblatt der Bauverwaltung*, auquel nous empruntons les renseignements qui précèdent, un certain nombre de ces appareils sont actuellement en construction pour le compte du Ministère des Travaux publics de Prusse.

---

## Broyeur à cylindres centrifuges.

Les broyeurs à cylindres centrifuges emploient, pour le broyage, la force centrifuge développée par la rotation de leurs cylindres. Il n'est pas besoin de ressorts pour amener les faces des cylindres l'une sur l'autre, et bien que l'intervalle compris entre ces faces s'ouvre et se ferme, comme dans le cas des broyeurs à cylindres ordinaires, il n'y a, dans le cas des cylindres centrifuges, aucun mouvement d'avancée ou de recul ni des axes des cylindres, ni de leurs paliers; aussi les efforts du broyage ne se trouvent-ils pas transmis aux axes des cylindres, qui se trouvent ainsi complètement à l'abri des chocs directs, ainsi que des efforts développés par les mouvements d'avancée et de recul des lourds cylindres ordinaires et de leurs paliers.

Ce type de broyeurs possède la propriété singulière de s'équilibrer automatiquement; aussi fonctionnent-ils avec une régularité comparable à celle d'une dynamo. La production des cylindres broyeurs ordinaires étant en proportion directe de leur vitesse périphérique, il semble que les cylindres centrifuges, qui, à dimensions égales, peuvent fonctionner à une vitesse trois fois plus grande, devraient produire trois fois plus; en réalité, leur production est, paraît-il, beaucoup plus considérable.

Un cylindre broyeur centrifuge se compose, comme on le voit sur les figures 1 et 2 que nous empruntons à l'*Engineering and Mining*, de trois parties principales : l'arbre, les segments W et la jante T.

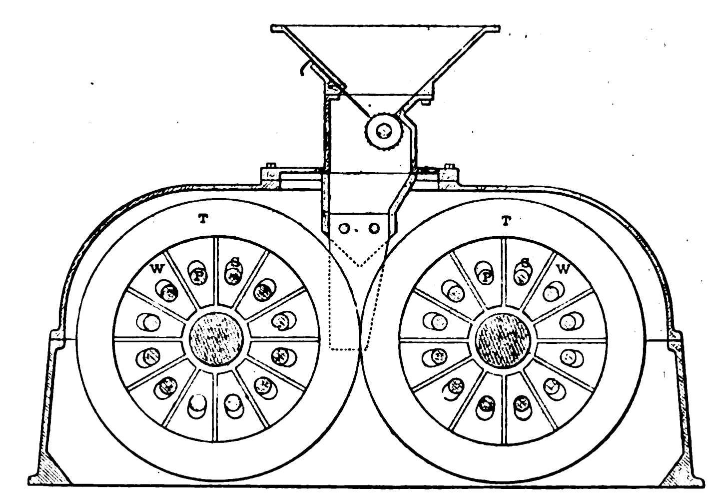



Fig. 1. — Coupe verticale longitudinale.

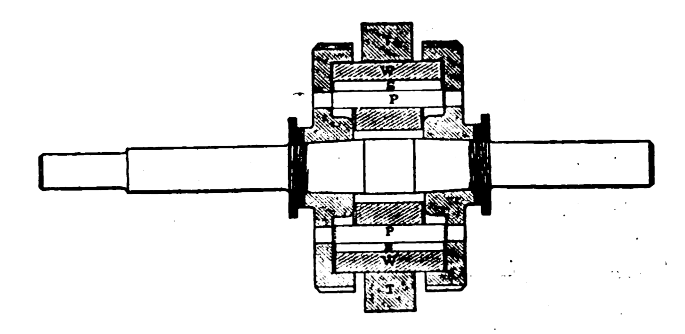



Fig. 2. — Coupe médiane d'un cylindre.

Fig. 1 et 2. — Broyeur à cylindres centrifuges.

L'ensemble des segments W constitue un cylindre sur lequel est placée la jante T. Chaque segment est relié aux deux flasques calées sur l'arbre par une tige P, qui passe librement à travers une rainure S ménagée dans le segment. En tournant avec l'arbre, chacun des segments se trouve projeté vers l'extérieur par la face centrifuge. De solides rebords, ménagés dans les flasques qui sont en acier, empêchent les segments d'exercer un effort d'extension sur la jante T. Les rainures S et les tiges P permettent, d'autre part, à chaque segment de reculer vers l'arbre, mais ce mouvement de recul ne peut transmettre à l'arbre aucune poussée.

Comme on le voit, les segments W en tournant maintiennent la jante T en position par l'effet de la force centrifuge. Les jantes, dans le cas d'une paire de cylindres, ne peuvent être refoulées en arrière, dans le sens de leur arbre, que par un effort supérieur à celui que produit la force centrifuge, aussi toute espèce de pierre ou de minerai est-elle facilement broyée. Mais si un morceau d'acier venait à passer entre les cylindres, il refoulerait les jantes et les segments, sans produire aucune détérioration, puisqu'aucun des chocs du broyage ne se trouve transmis directement aux arbres.

Les broyeurs à cylindres centrifuges s'équilibrant d'eux-mêmes, fonctionnent facilement à toutes les vitesses. Avec les broyeurs de grande taille, une vitesse modérée donne une puissance de broyage suffisante. Le rendement de tous les broyeurs à cylindres s'améliore aux grandes vitesses périphériques; et, comme les broyeurs à cylindres centrifuges peuvent fonctionner à très grande vitesse, ils produisent beaucoup sans que leurs cylindres aient un grand diamètre. Comme ils n'exigent, d'ailleurs, aucun volant, ils consomment moins d'énergie que les broyeurs à cylindres ordinaires à marche lente.

En somme, les broyeurs à cylindres centrifuges, étant plus petits que les autres, coûteraient moins d'achat, de transport, d'installation et de fonctionnement; et, en outre, les frais de réparation seraient moindres, parce que les pièces qui les composent sont toutes relativement de petites dimensions.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Société des Ingénieurs civils.

*Séance du 20 avril 1900.*

Présidence de M. G. Canet, Président.

I. — M. N. Tedesco fait une communication sur *Quelques solutions constructives nouvelles (le grand Globe Céleste de l'Exposition).*

Le grand Globe céleste est une représentation scientifique du firmament, au moyen d'une voûte sphérique de 30 mètres de diamètre. La voûte est constituée par une carcasse métallique en fers à simple T recouverte de papier bleu; les étoiles y sont représentées par des verres taillés qu'éclairent des lampes à incandescence. Cet ensemble est suspendu en des points multiples aux fermes qui supportent la voûte extérieure, dont le diamètre est de 41 mètres.

Les spectateurs peuvent accéder à un observatoire sphérique de 8 mètres de diamètre, ayant un mouvement de rotation sur lui-même, à raison d'un tour en trois minutes. Cette petite sphère représente la Terre. Elle est divisée en plusieurs étages de manière à permettre d'observer le mouvement apparent des étoiles à toutes les latitudes. Le mouvement est donné par un arbre vertical sur crapaudine entraîné à l'aide d'une vis sans fin absorbant 50 ampères sous 100 volts. Cet ensemble mécanique est établi sur un pylône en bois de 12 mètres de hauteur présentant la forme d'une pyramide octogonale. Le globe extérieur est un comble sphérique destiné à abriter et porter le globe intérieur; il a 34 mètres de hauteur au-dessus du plancher du deuxième étage, et ce dernier s'élève à 18 mètres au-dessus du sol. Toutes les parties porteuses de cette construction de 1 600 mètres cubes sont en fer-béton, qui est une variante du ciment armé.

II. — M. P. Vincey présente une communication sur un *Projet de régime nouveau pour les ordures ménagères de Paris.*

Ce projet a pour caractéristiques principales : la collecte de nuit des ordures, leur évacuation, également de nuit, par les voies de tramways de pénétration, qu'on est en train d'établir, jusqu'à des dépôts situés à 8 kilom. en moyenne des murs de Paris; dans ces dépôts se feraient le triage et le chiffonnage et l'agriculture viendrait y reprendre les matières fertilisantes dont elle a besoin, soit directement avec des voitures, soit au moyen de wagons, dans certains dépôts qui seraient établis près de la Grande-Ceinture.

III. — Les communications de MM. Puech sur les *Filtres dégrossisseurs* et Bergé sur la *Stérilisation des eaux alimentaires* (1) font l'objet d'une discussion à laquelle prennent part MM. Pettit, Brard, E. Badois, P. Mallet, Richou, Fleury, Marboutin et Marié.

M. F. Marboutin, notamment, fait une critique des procédés employés par le Comité consultatif d'hygiène pour déterminer la qualité d'une eau. Ce Comité ne tient pas compte en effet du monde microbien; il ne considère qu'un certain nombre des éléments d'une analyse complète des eaux et s'attache surtout au degré hydrotimétrique. M. Marboutin préconise au contraire les méthodes d'analyse nouvelles de M. Albert-Lévy. Il définit ensuite le rôle de l'Observatoire de Montsouris, au point de vue des analyses des eaux de Paris.

M. G. Marié croit que les essais de chimie pure peuvent donner parfois des indications utiles pour savoir si une eau a été contaminée ou non. Il estime que, d'une façon générale, l'essai du chlore et des nitrates et l'essai au permanganate fournissent des indications qui peuvent aider à constituer *l'histoire d'une eau de source ou de puits* et donner tout au moins des présomptions pour savoir si une eau de source est potable ou non.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 26, p. 426.

### Académie des Sciences.

*Séance du 23 avril 1900.*

M. le Président annonce la mort de M. Alphonse Milne-Edwards, vice-président de l'Académie, directeur du Muséum d'histoire naturelle.

**Balistique.** — *Sur le tracé des rayures dans les bouches à feu.* Note de M. Vallier.

Les formules que M. Vallier a antérieurement communiquées à l'Académie, relativement à la loi des pressions ou, pour mieux dire, des accélérations du mouvement du projectile dans les bouches à feu, tout en n'étant qu'approchées, se prêtent cependant à bien des applications.

C'est ainsi que, dans une première Note (1), l'auteur a montré comment on pouvait en déduire un tracé rationnel des freins hydrauliques.

Aujourd'hui, il fait voir que la même méthode semble se prêter à la détermination la plus avantageuse de la génératrice des rayures d'une bouche à feu.

**Chimie analytique.** — *Nouvel indicateur pour l'acidimétrie. Son application au dosage de l'acide borique.* Note de M. Jules Wolff, présentée par M. H. Moissan.

La détermination de l'acide borique dans les borates a présenté longtemps de sérieuses difficultés, parce qu'il n'existait pas de procédé permettant, en présence d'acide borique libre, de neutraliser l'excès d'acide minéral ayant servi à mettre l'acide borique en liberté.

M. J. Wolff a remplacé les indicateurs proposés jusqu'à présent par le salicylate ferrique en dissolution dans le salicylate de soude.

Une solution quelconque d'acide borique, additionnée d'un volume connu d'acide sulfurique titré, colorée par cet indicateur, vire très nettement au moment de la saturation de l'acide sulfurique par la soude, en passant du violet au ton orangé de la garance, teinte qui persiste en présence d'un excès d'alcali. Lorsque l'acide sulfurique est en grand excès, l'addition de l'indicateur ne produit d'abord pas de coloration; celle-ci ne se développe qu'au fur et à mesure de la saturation de l'acide par la soude.

Cet indicateur paraît répondre par son mode de formation au salicylate double de sodium et de fer. Il est très sensible en présence des bases alcalines, ainsi que des acides sulfurique, nitrique, bromhydrique, iodhydrique et chlorhydrique. En présence des acides phosphorique et fluorhydrique la coloration violette ne se produit pas.

La coloration intense que donne le perchlorure de fer avec l'acide salicylique se produit (les teintes se modifiant) avec ses homologues et les acides-phénols qui contiennent un groupe OH voisin du groupe COOH.

**Chimie minérale.** — *Sur les séléniures et chloroséléniures de plomb.* Note de M. Fonzes-Diacon, présentée par M. H. Moissan.

M. Fonzes-Diacon a préparé du séléniure de plomb cristallisé : par la réduction du séléniate sous l'influence de l'hydrogène ou du charbon; par l'action de l'hydrogène sélénié sur les vapeurs du chlorure de plomb; et enfin par fusion directe, au four électrique, du séléniure de plomb précipité. Il n'a pu obtenir de sous-séléniure.

Il a préparé, par la voie humide et par voie sèche, un chloroséléniure de plomb.

**Thermochimie.** — *Sur les chaleurs de combustion et de formation des composés iodés;* par M. Berthelot.

M. Berthelot a entrepris une étude méthodique des chaleurs de combustion et de formation des composés organiques iodés les plus simples et les plus importants.

L'emploi de la bombe calorimétrique et de l'oxygène comprimé offre à cet égard des facilités toutes particulières. En effet, la combustion des corps iodés s'y effectue avec mise en liberté de la totalité de l'iode, sans dose sensible d'acide iodhydrique ou d'acide iodique.

Les composés les plus riches en iode, tels que l'iodoforme, $CHI^3$, et l'éthylène periodé, $C^2I^4$, brûlent d'ailleurs aisément et entièrement dans l'oxygène comprimé, contrairement aux opinions reçues d'après leur difficile combustibilité apparente au contact de l'air. Il suffit d'une faible amorce de coton-poudre pour en déterminer la combustion dans la bombe.

En raison de la proportion centésimale minime du carbone contenu dans les composés iodés les plus simples, l'auteur a dû employer des poids considérables de ces composés, poids s'élevant jusqu'à 8 grammes dans certains cas, afin d'obtenir des quantités de chaleur suffisantes pour assurer la précision des déterminations.

M. Berthelot énumère brièvement les résultats qu'il a observés avec 14 composés organiques iodés différents.

**Thermodynamique.** — *Le cycle théorique des moteurs à gaz à explosion.* Note de M. A. Witz, présentée par M. Maurice Lévy.

Dans une Note présentée récemment à l'Académie (1), M. Marchis a formulé de graves critiques relativement aux théories généralement admises des moteurs à gaz. M. A. Witz montre que ces critiques reposent sur une méprise.

La théorie généralement adoptée ne mérite pas les critiques dont elle a été l'objet. Cette théorie n'a, d'ailleurs, pas été inféconde, puisque c'est elle qui a fait rechercher les fortes compressions et les longues détentes, auxquelles sont dues les réductions de consommation réalisées dans le cours des dernières années.

G. H.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 3, p. 46. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 21, p. 338. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### AGRICULTURE

**Emploi des pressoirs continus dans la viticulture.** — M. Vuaillet analyse, dans le *Bulletin de la Société des Agriculteurs de France*, du 1er mars 1900, le compte rendu officiel du concours de pressoirs continus, organisé à Jouarres par M. de Lapparent.

La première partie de ce rapport, due à M. Ferrouillat, comprend la description et l'appréciation de la construction des pressoirs expérimentés, accompagnée de tableaux, récapitulant les essais faits et les résultats obtenus. D'après ce travail, l'avantage resterait aux pressoirs intermittents, que l'on considère la petite, la moyenne ou la grande propriété.

Les renseignements recueillis par la Commission, au cours de ses visites chez les viticulteurs employant les pressoirs continus, sont consignés dans une seconde partie. M. Barbut y résume les impressions réunies dans les onze exploitations visitées. Dans le Midi, les pressoirs continus ne semblent pas atteindre les perfectionnements que nécessite la grande industrie; le reproche formulé contre eux, en Anjou, est qu'ils donnent au moût un goût de grappe. Dans le Bordelais et le Centre, au contraire, les propriétaires sont fort satisfaits des services rendus par ces appareils. L'impression est également favorable dans les Charentes, où la qualité des eaux-de-vie ne paraît pas être diminuée par leur emploi.

Il ressort également de ces constatations que la nature des raisins a une grande influence sur la marche et le débit des pressoirs continus.

De remarquables expériences de laboratoire, faites par M. Sémichon sur les vins produits par les pressoirs continus, constituent la troisième partie du rapport.

Il résulte, de ces différentes séries d'essais, une tendance au jaunissement, une mauvaise séparation de la couleur, une légère atténuation du goût de fruit.

Les infériorités reprochées aux pressoirs continus ne doivent pas, d'après M. Vuaillet, entraîner la condamnation absolue de leur emploi qui présente de sérieux avantages, tels que le pressurage rapide de la vendange à mesure qu'elle arrive de la vigne, la suppression complète du travail de nuit, une économie de main-d'œuvre, enfin la faculté d'attendre la maturation plus parfaite dans les années normales.

#### CHIMIE INDUSTRIELLE

**Dosage de l'acide iodique dans le nitrate de soude.** — Le nitrate de soude étant un produit d'une grande importance, il est de toute nécessité de savoir doser, d'une façon précise, ses impuretés. L'une d'elles est l'iodate de soude, dont la proportion atteint parfois 1 à 2 %.

M. Auzenat, dans les *Annales de chimie analytique* de mars, donne un nouveau procédé intéressant,



basé sur le fait suivant : si, à une solution d'iodate additionnée d'iodure de potassium, on ajoute un peu d'acide sulfurique, l'acide iodique réagit sur l'iodure de potassium, avec mise en liberté d'iode.

En présence de nitrate même dilué, l'acide sulfurique met en liberté de l'acide nitrique qui décompose l'iodure de potassium ; de plus, le perchlorate, qui est contenu dans le nitrate, agit de même. Au contraire, si, à la solution diluée de nitrate, on ajoute un peu d'acide acétique, l'acide iodique réagit seul sur l'iodure.

On peut conduire l'opération de la façon suivante : on prend six tubes que l'on place sur un fond blanc. On place dans le premier, 10 centimètres cubes de solution d'iodate de potassium à 1 °/₀₀ ; dans le deuxième, 30 centimètres cubes de solution à 33 °/₀₀ du nitrate à essayer ; dans le n° 3, 35 centimètres cubes; dans le n° 4, 40 centimètres cubes ; dans le n° 5, 45 centimètres cubes ; dans le n° 6, 50 centimètres cubes.

On complète tous les tubes jusqu'à 50 centimètres cubes ; on ajoute 2 centimètres cubes de solution d'iodure de potassium à 10 °/₀, puis 5 gouttes d'acide acétique cristallisable ; cette dernière addition se fait très rapidement. On voit apparaître la couleur caramel due à l'iode. Au bout de dix minutes, on cherche à quel tube correspond le tube-type préparé (n° 1).

L'auteur déclare que, par ce procédé, on arrive à un dosage aussi exact et aussi prompt que celui de l'ammoniaque par le réactif de Nessler.

**L'éclairage à l'acétylène de la ville d'Ouveillan (Aude).** — La *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 20 mars, contient la description, par M. Bullier, de l'usine à acétylène, qui sert pour l'éclairage de la ville d'Ouveillan.

Après avoir rappelé les débuts difficiles de l'acétylène et avoir noté les différentes grandes administrations qui emploient déjà ce gaz (les chemins de fer de l'État prussien, la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée à la gare de Fourchambault, les Compagnies des Tramways de Paris et la Compagnie Générale des Omnibus), l'auteur décrit l'usine d'Ouveillan, qui fonctionne depuis 1898. Elle possède deux générateurs d'acétylène à projection de carbure dans l'eau, et deux gazomètres de 20 mètres cubes chacun. Au sortir des gazomètres, le gaz se rend à un compteur d'usine et passe par un régulateur de pression qui permet de faire varier la pression suivant les heures. Le gaz pénètre enfin dans la conduite de distribution qui a 60 millimètres de diamètre intérieur et se répand dans toute la ville par des conduites de divers diamètres. La canalisation, en fonte ou en plomb, a environ 4 kilom. de longueur. La dépense est mesurée, chez le consommateur, au moyen d'un compteur analogue à celui du gaz ordinaire.

L'acétylène est vendu aux établissements municipaux à raison de 2 fr. 50 le mètre cube et à raison de 3 fr. aux particuliers ; l'éclairage public se paie 0 fr. 04 le bec-heure.

**De la fabrication du carbure de calcium.** — Le *Stahl und Eisen*, des 1er et 15 mars, publie une étude de M. Liebetanz concernant la fabrication du carbure de calcium et les principales applications de ce produit. Cette étude s'attache, en particulier, à montrer l'intérêt que l'on aurait, dans certains cas, à emprunter la force motrice aux gaz des hauts fourneaux.

L'auteur fait d'abord un historique de la fabrication du gaz acétylène au moyen du carbure de calcium et analyse notamment les travaux de M. Moissan, en France, et de Wilson, en Amérique. Il décrit les premières usines établies et les fours électriques successivement employés. Il montre l'importance de cette nouvelle industrie qui absorbe déjà, dans le monde entier, une force de 170 000 chevaux. Il y a actuellement 52 usines pour la fabrication du carbure de calcium, dont 8 en Allemagne. L'une de ces dernières est alimentée par les gaz des hauts fourneaux, utilisés dans des moteurs spéciaux, d'une puissance totale de 6 000 chevaux.

M. Liebetanz montre combien il est difficile, dans un pays comme l'Allemagne, où les chutes d'eau sont rares, de produire économiquement le carbure de calcium. La force motrice, au moyen de la vapeur, se maintient à un prix trop élevé et l'on a été amené à penser qu'il serait beaucoup plus économique de placer les usines de carbure auprès des usines métallurgiques, si nombreuses en Westphalie, et d'utiliser les gaz des hauts fourneaux.

L'auteur établit ensuite le prix de revient de la tonne de carbure, par ce nouveau procédé. Si l'on admet qu'une force de 1 cheval revienne à 100 francs par an, avec les gaz des hauts fourneaux, et qu'un four électrique produise au moins 5 kilogr. de carbure par kilowatt, en 24 heures, un calcul très simple montre que la tonne de carbure de calcium revient à 200 francs, tandis que, par les autres moyens, elle atteint 220 et 295 francs, au minimum [1]. Une statistique récente montre qu'il existe en Allemagne, à l'heure actuelle, plus de 113 000 becs brûlant de l'acétylène et que la production allemande de carbure de calcium n'est que de 4 300 tonnes, alors que les besoins s'élèvent à 4 500 tonnes. En utilisant les gaz de ses hauts fourneaux, l'Allemagne ne serait plus tributaire de l'étranger et pourrait exporter de grandes quantités de carbure. L'auteur termine son étude en passant en revue les appareils producteurs de l'acétylène et en signalant les applications les plus récentes de ce gaz.

### MÉTALLURGIE

**De la déphosphoration et des minerais de fer de Meurthe-et-Moselle.** — Dans une communication à la *Société de l'Industrie minérale* (comptes rendus de décembre 1899), M. Lencauchez fait un rapide historique de la déphosphoration, qu'il complète ensuite par quelques renseignements sur les minerais de fer oolithiques de Meurthe-et-Moselle.

Il rappelle tout d'abord que les bas-foyers comtois faisaient partiellement de la déphosphoration, sans que les praticiens s'en doutassent ; en effet, ces bas-foyers ne brûlaient que du charbon de bois, et la cendre basique, obtenue par cette combustion, au contact de parois métalliques et d'un garnissage ferrugineux, produisait de la déphosphoration. L'auteur cite ensuite les travaux de Tessié du Motay qui, dès 1868, dans son usine expérimentale de Comines, faisait des essais de déphosphoration, tout en fabriquant des briques en magnésie d'Eubée et de la baryte pour la sucraterie.

La déphosphoration n'ayant été, d'après l'auteur, qu'une question de parois basiques, il s'étonne que Tessié du Motay et ses collaborateurs, disposant d'un gros capital, n'aient pas songé à faire du Bessemer basique et du Martin basique, puisqu'ils possédaient la *paroi basique en magnésie* de très bonne qualité.

M. Lencauchez rappelle également comment on fut conduit au *transvasement*, c'est-à-dire au finage de la fonte dans une espèce de Bessemer, puis à son transvasement, une fois débarrassée de la plus grande partie du silicium et du phosphore qu'elle contient, dans un four Martin finisseur. Il fait ressortir tous les avantages qui résultent de cette manière de procéder, tant au point de vue du prix de revient qu'au point de vue de la *régularité* du produit.

D'après l'auteur, la supériorité du Martin sur le Bessemer ne fait que s'accentuer et, tandis que le Martin est encore susceptible de beaucoup de perfectionnements, le Bessemer, étant arrivé à son apogée, ne peut plus recevoir d'amélioration permettant de diminuer sensiblement ses prix de revient.

Vers 1879, alors que le procédé acide était dans sa plus grande prospérité avec les minerais de Suède, d'Afrique, d'Espagne, etc., les trois quarts des mines de Meurthe-et-Moselle, avec leurs minerais phosphoreux, étaient fermées. A cette époque, onze concessions, renfermant fermes et maisons d'une valeur de 600 000 francs, furent refusées par un syndicat de maîtres de forges de la Loire pour le prix de 1 150 000 francs. Aujourd'hui, les mêmes maîtres de forges vont dépenser plus de 2 000 000 de francs pour mettre en exploitation, aux environs de Briey, une seule concession de couche à exploiter à 200 mètres de profondeur.

Le rendement du minerai oolithique de Meurthe-et-Moselle varie entre 30 et 40 °/₀, la tonne de fonte contenant de 20 à 22 kilogrammes de phosphore. On a extrait, dans cette région, 3 448 683 tonnes de minerais.

### PHYSIQUE INDUSTRIELLE

**Essais d'un moteur à gaz de 125 chevaux.** — Le *Dinglers polytechnisches Journal*, du 3 mars, consacre une étude à des essais récemment effectués sur un moteur à gaz de 125 chevaux, construit dans les ateliers Westinghouse, de Pittsburg, et installé dans une usine de la Merchants Electric Light C°, de Lafayette (Indiana).

Le moteur comportait trois cylindres à quatre temps, de 0m 330 de diamètre et dont les pistons à course de 0m 355 agissaient sur trois manivelles calées à 120 degrés. L'allumage était fait électriquement.

Les observations faites pendant les essais ont principalement porté : sur la détermination de la puissance développée et sur la consommation correspondante de gaz ; sur le réglage de la vitesse et le rendement thermique du moteur, pour diverses valeurs du travail résistant. L'auteur donne le détail de ces expériences en décrivant les dispositions prises pour effectuer les diverses mesures. Il insiste notamment sur une modification apportée aux indicateurs Crosby, pour le tracé des diagrammes.

Parmi les résultats relevés pendant cinq heures d'expériences, l'auteur signale d'abord ceux relatifs au rendement thermique de la machine. Le nombre de calories consommées par cheval-heure indiqué a été en moyenne, de 3 500. La quantité de chaleur transformée en travail indiqué a été, en moyenne, de 17,85 °/₀ ; les proportions de chaleur absorbées par l'eau de refroidissement ou perdues par radiation et par l'échappement ont été respectivement, en moyenne, de 25,18 °/₀ et de 56,97 °/₀.

Le moteur tournant à 270 tours environ, presque constamment, on a fait varier la quantité de gaz fournie à l'heure de 72 à 33m³ 5. Le travail indiqué a varié de 112 à 40 chevaux, la consommation de gaz par cheval indiqué variant de 647 à 830 décimètres cubes. Le rendement mécanique du moteur variait de 82,7 à 62,39 °/₀.

L'intérêt de ces expériences résidait principalement en ce fait que l'on n'a, jusqu'ici, construit qu'un petit nombre de moteurs à gaz d'une puissance supérieure à 100 chevaux et que les éléments d'appréciation manquent encore à leur sujet. L'auteur estime que les expériences précédentes, faites sur un moteur de construction très soignée, montrent qu'à ces hautes puissances, le rendement thermique des moteurs à gaz s'abaisse considérablement, quoique étant toujours supérieur à celui d'une machine à vapeur, mais que le rendement mécanique est inférieur à celui d'une machine à vapeur de même puissance. Il indique, en terminant, quelques perfectionnements à apporter aux moteurs à gaz de haute puissance.

### TRAMWAYS

**La traction à air comprimé à Paris.** — La *Revue générale des Chemins de fer* contient, dans son numéro de mars, une note de M. Monmerqué, Ingénieur en chef de la Compagnie des Omnibus, sur les applications existantes de la traction à air comprimé, à Paris, et sur les résultats d'exploitation depuis sa mise en service. Après avoir rappelé sommairement les tentatives faites par la Compagnie des Tramways Nord, de 1876 à 1879, pour exploiter, à l'aide de ce système, certaines lignes de son réseau, l'auteur fait l'énumération des lignes qui, depuis 1894, fonctionnent dans la capitale au moyen de l'air comprimé. Au point de vue de la distribution de la force motrice, elles peuvent être classées en deux catégories : la première, qui comprend le réseau de Louvre-Saint-Cloud, Louvre-Sèvres, Louvre-Versailles, est alimentée par l'usine de Boulogne ; la seconde comporte la ligne de Saint-Augustin-Cours de Vincennes, qui reçoit son énergie des usines de Puebla et de Lagny, à Paris. Ces quatre lignes ont respectivement des longueurs de 10km 2, 11km 1, 18km 8, 9km 10. Les trois premières sont desservies par des locomotives pouvant traîner quatre véhicules et la dernière, par des automotrices remorquant le plus souvent une deuxième voiture d'attelage. Malgré un trafic important, et en raison de lourdes charges d'amortissement, l'exploitation de ces lignes se fait à perte, sauf pour celle de Saint-Augustin, dont les bénéfices sont encore assez maigres.

L'usine de compression de Boulogne dispose d'une puissance de 1 320 chevaux ; celle de Lagny, de 495, et celle de Puebla, de 660. Des machines à vapeur verticales actionnent des compresseurs à simple effet, montés deux à deux en tandem. L'air est comprimé en trois phases, jusqu'à la pression de 80 atmosphères.

Les locomotives, qui font le service des lignes ayant le Louvre pour point de départ, pèsent 18 tonnes en ordre de marche ; elles ont une réserve d'air de 530 kilogr. à la pression de 80 kilogr. emmagasinée dans huit réservoirs. Le fluide moteur est détendu jusqu'à 14 kilogr. avant son introduction dans les cylindres ; il est réchauffé préalablement en traversant des bouillottes contenant de l'eau chaude à la température de 110°. Les automotrices de la ligne de Saint-Augustin-Cours de Vincennes pèsent

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 25, p. 412.

15 tonnes en ordre de marche; leurs appareils moteurs présentent des dispositions analogues à celles que l'on rencontre dans les locomotives précitées, sauf que la réserve d'air n'est que de 180 kilogr., à la pression de 60 kilogr. par centimètre carré.

**Tramway électrique triphasé à grande vitesse de Toledo à Norwalk (États-Unis).** — Le *Street Railway*, du mois de mars, décrit le tramway électrique triphasé, à grande vitesse et à long parcours, que l'on installe actuellement dans l'État d'Ohio (États-Unis), entre Toledo (180 000 habitants) et Norwalk (12 000 habitants), et que l'on compte ouvrir incessamment au trafic.

La longueur totale du parcours de ce tramway est de 96 kilom. Le courant sera fourni par une usine installée à Fremont (10 000 habitants), à égale distance des stations extrêmes; il sera transmis à haute tension, à six sous-stations, où son voltage sera abaissé et où il sera transformé en courant continu pour l'alimentation des fils de trolleys.

La station centrale de Fremont est située au bord de la rivière de Sandusky. La vapeur sera fournie par des chaudières verticales Babcock et Wilcox, à foyer mécanique Roney, de 300 chevaux nominaux chacune et timbrées à 10kg 85, qui alimenteront quatre machines compound verticales Westinghouse, de 1 000 chevaux, accouplées chacune directement à une génératrice triphasée Westinghouse de 500 kilowatts.

Le courant d'excitation sera fourni par deux dynamos Westinghouse à courant continu de 30 kilowatts à 125 volts, actionnées directement par deux machines à vapeur Westinghouse.

Dans le sous-sol se trouvera la salle des transformateurs comprenant deux séries de trois transformateurs, chacun de 400 kilowatts, du type Westinghouse; un septième transformateur servira de réserve.

L'usine de Fremont comprendra, en outre, deux transformateurs rotatifs de 200 kilowatts, destinés à alimenter les sections contiguës de la ligne.

Dans chacune des six sous-stations se trouveront deux convertisseurs rotatifs Westinghouse de 200 kilowatts et trois transformateurs abaisseurs de 150 kilowatts.

L'auteur décrit en détail les tableaux de distribution de la station centrale et des sous-stations, et il termine en donnant quelques renseignements sur les lignes de transmission du courant, sur le mode d'exécution de la voie et sur le matériel roulant : les voitures, qui peuvent recevoir vingt-deux voyageurs, sont munies de deux électro-moteurs Westinghouse de 75 chevaux, suffisants pour procurer en ligne droite et à plat une vitesse de 80 kilom. à l'heure; elles ont 12 mètres de longueur de caisse, 15 mètres y compris les plates-formes, et 2m 60 de largeur.

### TRAVAUX PUBLICS

**Grand pont avec travée tournante sur le Missisipi.** — L'*Engineering News*, du 11 janvier, donne la description d'un nouveau pont de chemin de fer sur le Missisipi.

Ce pont est destiné à relier les deux villes de Davenport et de Rock Island, qui, avec la ville voisine de Moline, représentent une population totale de 60 000 âmes. Ces trois villes sont desservies par cinq lignes de chemins de fer, dont, jusqu'à présent, une seule possédait un pont sur le Missisipi.

Le nouvel ouvrage, dont la partie médiane est perpendiculaire à l'axe du fleuve, se rattache par deux courbes, tournées dans le même sens, aux deux lignes de chemins de fer qu'il est destiné à relier et qui sont, en ce point, à peu près parallèles, de part et d'autre du Missisipi.

Il se compose d'une travée tournante de 134m 70 de portée, et de 7 travées fixes (trois de 61 mètres, trois de 91m 45 et une de 110 mètres de portée), qui constituent le pont proprement dit sur le fleuve. Il comprend, en outre, 7 travées de 21m 70, sur le rivage, du côté de Davenport, et plusieurs travées en acier formant les viaducs d'accès du côté de Rock Island. Toute la partie métallique constituant la superstructure est en acier laminé.

Cette étude contient une description détaillée de la travée tournante.

**Les nouveaux ports de Bruges.** — On sait que d'importants travaux sont actuellement entrepris pour rendre à Bruges un accès à la mer et lui donner des ports possédant de grands mouillages à toute marée. M. Hyssens-Hart, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de Belgique, publie, à leur sujet, une intéressante notice dans la *Revue universelle des Mines*, de janvier 1900.

Les travaux comprennent trois parties distinctes : le port d'escale de Zeebrugge, le canal maritime et le port intérieur de Bruges.

Le port d'escale se compose d'une vaste jetée courbe, de 1 200 à 5 000 mètres de rayon, appuyant les quais d'escale et couvrant la rade et l'entrée du port intérieur; d'un chenal, donnant accès à une écluse maritime et d'un bassin d'accostage.

Le canal maritime, au sortir de l'arrière-port, se dirige en ligne droite vers Bruges. Son axe coïncide avec celui de l'écluse maritime et du chenal d'accès à la mer. Il a 22 mètres de largeur au plafond, 70 mètres à la flottaison et 8 mètres de profondeur sous le plan d'eau à + 3m 50.

Le port intérieur de Bruges comporte deux bassins d'accostage, à axes parallèles, séparés par un môle de 120 mètres de largeur dont l'axe coïncide avec celui du canal maritime. Un troisième bassin, dans lequel débouche le canal maritime, constitue la gare de virement.

L'auteur donne également quelques indications sur l'organisation industrielle de cette vaste entreprise, qui a nécessité l'installation d'une usine centrale productrice de force motrice, de briqueteries, de scieries, d'ateliers de chaudronnerie, de réparation et de montages mécaniques.

Les travaux, s'étendant sur une longueur de 12 kilom., ont nécessité l'organisation d'un service spécial des transports et le réseau ferré y atteint un développement de près de 50 kilomètres.

Les terrassements sont évalués à environ 9 millions de mètres cubes, les maçonneries à 200 000 mètres cubes, les fers et aciers à 12 000 mètres cubes, les bétons à 400 000 mètres cubes.

La construction de ces travaux a été confiée à MM. Coiseau et J. Cousin, Ingénieurs, pour une somme à forfait de 41 545 295 fr. 80.

**Construction des viaducs du métropolitain aérien de Boston (Etats-Unis).** — *L'Engineering Record*, du 17 mars, décrit la construction des viaducs en acier du métropolitain aérien que fait installer actuellement, à Boston, la Boston Elevated Railway Co.

L'auteur commence par indiquer les efforts et les charges qui ont servi de base aux calculs; il décrit ensuite, en détail, le système de fondation adopté pour les colonnes de support des viaducs, puis il indique les conditions qui ont été imposées pour le rivetage.

Quant à la construction de la superstructure elle-même, elle a été particulièrement difficile parce que le métropolitain aérien suit des rues dans lesquelles circulent des tramways électriques à trolley. Il fallut donc combiner le travail, de jour et de nuit, de façon à ne pas interrompre la circulation de ces tramways, et à ne pas toucher ou briser les fils du trolley.

Les Boston Bridge Works ont déjà monté environ 1 100 tonnes de viaduc, construit par la Carnegie Steel Co. On a employé pour ce montage un pont roulant à porte-à-faux, comme ceux que l'on emploie pour le montage des poutres de pont. L'auteur en donne une description détaillée. Ce pont roulant qui est, en réalité, double et constitué par deux ponts roulants de chacun 10 tonnes, circule sur les deux voies que supporte le viaduc; ses deux volées peuvent s'avancer en porte-à-faux de 19m 50 sur la partie du viaduc déjà construite.

D'autres tronçons du viaduc sont exécutés actuellement par les Pencoy Iron Works et par la Pennsylvania Steel Co, et seront montés par la Terry and Tench Construction Co.

### DIVERS

**État actuel de l'industrie des vins de liqueur.** — M. X. Rocques publie dans la *Revue générale des sciences*, du 28 février 1900, une étude sur l'industrie des vins de liqueur, étude qui a pour principal objet d'encourager les viticulteurs de nos colonies algériennes et tunisiennes, à imiter les différentes méthodes de vinification que nécessite la fabrication de ces vins, presque tous d'origine espagnole, portugaise ou italienne.

En effet, les grands inconvénients qui, dans nos colonies africaines, compliquent la vinification ordinaire, grande richesse saccharine, pauvreté en acides, élévation de la température, sont trois conditions favorables à la vinification des vins de liqueur.

M. Rocques mentionne d'ailleurs les quelques essais encourageants qui y ont été tentés pour la fabrication des vins, genre porto, marsala, malaga, et l'excellente qualité de nos mistelles d'Algérie. L'auteur, après avoir classé ces vins d'après leur mode de fabrication, en *vins doux mutés*, *vins doux semi-mutés*, *vins doux passerillés*, c'est-à-dire préparés avec des vins desséchés, *vins mutés avant la fin de la fermentation*, *vins secs*, dont le Xérès est le type, *vins à base de vins secs*, dans lesquels se rangent le madère et le marsala, *vins cuits*, tels que le malaga, indique dans un tableau leur valeur en alcool et en sucre.

Passant ensuite à la fabrication, il donne d'instructifs détails sur les procédés par lesquels s'obtiennent chacune de ces catégories : adjonction de l'alcool, développement de la richesse saccharine, procédés de foulage, de vieillissement, de chauffage, de coupage.

M. Rocques termine son intéressante étude par l'exposé de quelques-uns des résultats analytiques auxquels l'étude de ces vins l'a conduit et relatifs au dosage des sucres, à celui des matières minérales et, en particulier, de l'acide phosphorique que l'on calcule en phosphate tribasique de chaux; il a remarqué que le vieillissement de ces vins produit une concentration qui élève la teneur de ces éléments solides. Il a constaté également des différences assez notables dans les matières volatiles des vins de liqueur, dues aux préparations différentes qu'ils subissent, telles que le développement des aldéhydes dans les xérès et celui des éthers dans les madères.

---

## Ouvrages récemment parus.

**Manuel universel de Comptabilité agricole pratique et rationnelle**, par E. Léautey et A. Guilbault. Deuxième édition. — Un volume in-8° de 384 pages. — Édité par la Librairie comptable et administrative, Paris, 1899. — Prix : broché, 12 francs; relié, 15 francs.

Alors que le commerce et l'industrie sont largement dotés de méthodes précises de comptabilité, l'agriculture, qui occupe en France la majorité de la population et dont les produits donnent lieu à des trafics considérables, ne possède pas de moyens pratiques pour déterminer les sources et les résultats de ses opérations. Mieux même, la loi n'oblige pas les agriculteurs à tenir des comptes et l'on peut dire sans crainte que la plupart d'entre eux marchent à l'aventure, faute d'ordre et de méthodes comptables.

Le *Manuel universel de Comptabilité agricole* nous paraît devoir combler heureusement cette lacune. Il offre, aux agriculteurs désireux de se rendre compte des résultats de leurs exploitations, les moyens pratiques de déterminer mensuellement les prix de revient de leurs cultures ou de leurs productions, le bénéfice ou la perte de leurs ventes, de se renseigner exactement sur la valeur économique de telle ou telle méthode de culture ou d'élevage, d'organiser un contrôle rigoureux tant de leurs opérations que de leur situation d'une manière permanente, d'établir l'ordre et l'économie nécessaires pour obtenir les résultats les meilleurs et les plus féconds.

La première partie comprend les principes généraux de comptabilité appliqués à l'agriculture. La théorie et la pratique du fonctionnement des comptes et des livres, qui font l'objet de la deuxième partie, comportent une série de divisions ou de chapitres renfermant les exemples les plus variés.

L'ouvrage se complète par deux monographies chiffrées pour l'organisation de grandes exploitations agricoles et pour celle des moyennes et petites fermes. Ces applications offrent un grand intérêt; elles sont mises à la portée des personnes les plus étrangères à la comptabilité, qui trouveront en outre, à la fin du volume, quelques conseils pratiques fort judicieux.

---

**Guide-Chaix à l'Exposition de 1900.** — Un volume in-12, d'environ 300 pages, avec 20 plans et de nombreuses illustrations. — Imprimerie Chaix, Paris, 1900. — Prix : 1 fr. 50.

Ce Guide, qui a paru dès l'ouverture de l'Exposition, contient d'utiles renseignements sur les palais, les pavillons, les principales attractions et les diverses classes. Pour la clarté de la description et de l'itinéraire, l'Exposition y a été divisée en vingt sections, à chacune desquelles correspond un plan détaillé.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 2. N° 935. Samedi 12 Mai 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Construction des machines** : Machines à triple expansion du croiseur cuirassé hollandais le *Noord Brabant (planche II)*, p. 17; M. Hachebet. — **Physique industrielle** : Utilisation des combustibles liquides, p. 22; H. Guérin. — **Mécanique** : Abaques pour le montage des lignes électriques aériennes, p. 25; Édouard Liégeois. — **Exposition de 1900** : Passerelle en béton armé reliant le pavillon de Madagascar au Trocadéro, p. 27; Ch. Dantin. — **Variétés** : Le bateau-phare du cap Hatteras, p. 28; — Pont-levis à bascule sur le Cuyahoga River (États-Unis), p. 29.
Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences (30 avril 1900), p. 30. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 30. — Ouvrages récemment parus, p. 32.

*Planche II* : Machines à triple expansion du croiseur hollandais le « *Noord Brabant* ».

## CONSTRUCTION DES MACHINES

### MACHINES A TRIPLE EXPANSION
### du croiseur cuirassé hollandais le « Noord Brabant ».

*(Planche II.)*

La Compagnie Royale des ateliers et chantiers de l'Escaut, à Flessingue, a récemment construit, sur les plans de M. W.-H. Martin, directeur des ateliers, pour le croiseur cuirassé hollandais le *Noord Brabant*, des machines à triple expansion qui présentent plusieurs dispositions nouvelles fort intéressantes. Les tiroirs de distribution et leurs organes de commande, le système de construction des condenseurs, le mode de confection du tuyautage, les dispositions d'ensemble des chaudières, en particulier, méritent une mention toute spéciale.

*Tiroirs, système Martin et Andrews.* — Avec les fortes pressions de vapeur actuellement adoptées, les grandes dimensions auxquelles on est conduit pour les cylindres des machines marines et, par suite, pour les orifices d'introduction de vapeur, il est difficile d'obtenir des tiroirs peu encombrants, bien étanches, et d'un mouvement suffisamment doux. On a dû renoncer d'une façon définitive au tiroir plan pour les cylindres à haute pression, et même, souvent, le tiroir cylindrique est adopté pour les cylindres de détente aussi bien que pour le cylindre d'introduction. Parfaitement équilibré pour les pressions de vapeur, le tiroir cylindrique est d'une étanchéité qui laisse souvent à désirer, ce qui a fait revenir parfois à l'emploi de tiroirs plans pour les cylindres détendeurs.

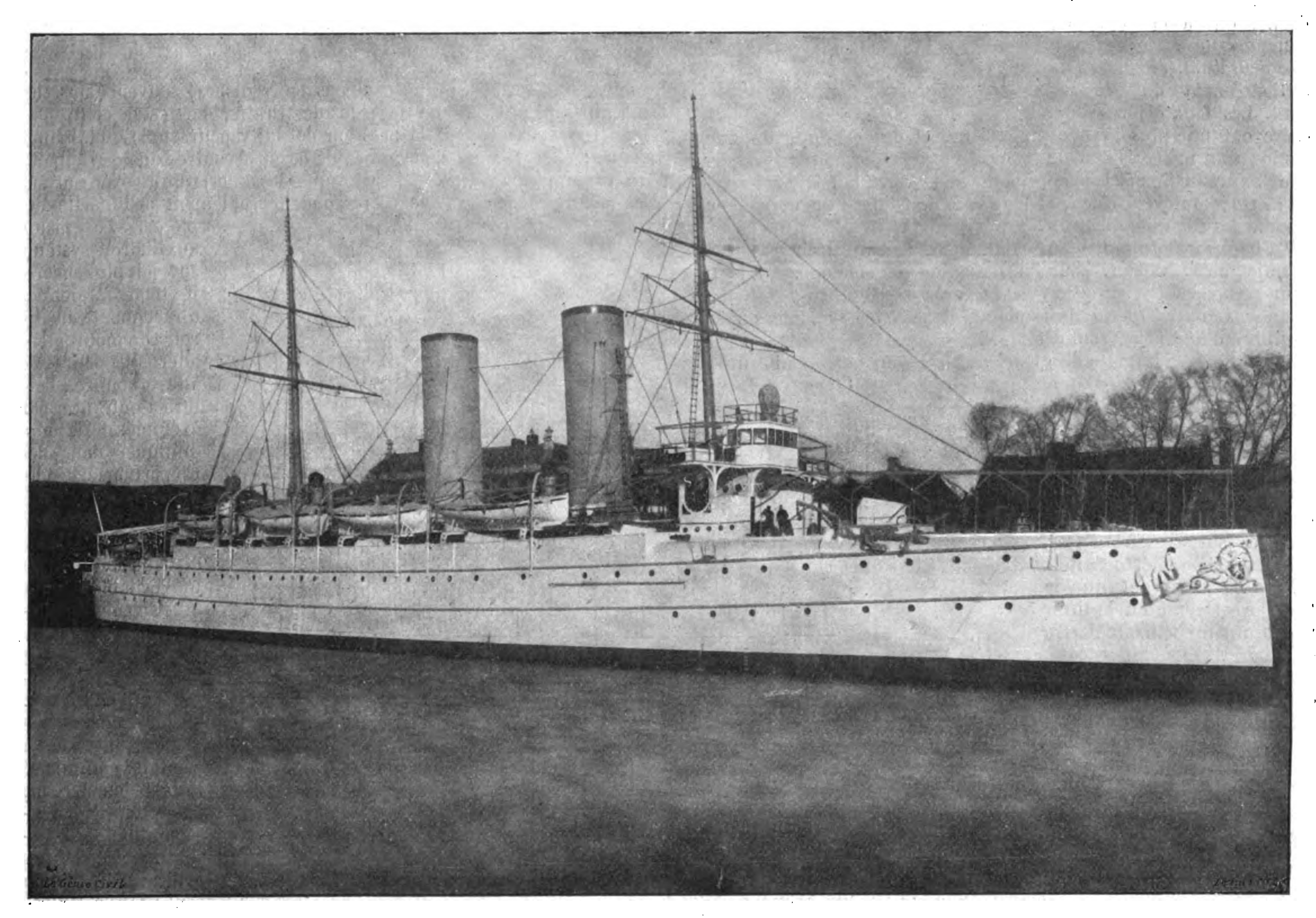


Fig. 1. — Le croiseur cuirassé hollandais « Noord Brabant ».

Divers systèmes de tiroirs équilibrés ont été proposés ; le plus simple paraît être celui qui est adopté depuis une vingtaine d'années par la Compagnie Royale des ateliers et chantiers de l'Escaut.

Ce tiroir, dont la forme générale est celle d'un parallélipipède plat, est symétrique par rapport à un plan transversal passant par l'axe de la tige. Il se meut entre la glace du cylindre et la glace d'un cadre qui est rapporté à l'intérieur de la boîte à tiroir et qui, sous l'action d'un ressort et de la pression de la vapeur, s'applique par des rebords ajustés avec le plus grand soin, sur la glace du cylindre. La glace du

cadre porte, en regard des orifices du cylindre, de faux orifices de 4 millimètres environ de profondeur, dont la hauteur et la largeur sont exactement celles des orifices proprement dits. Ils communiquent d'ailleurs avec ces derniers par des trous percés dans le tiroir lui-même.

L'intervalle entre les deux glaces est rigoureusement égal à l'épaisseur du tiroir, de telle sorte que le cadre seul subit la pression de la vapeur et que le tiroir se déplace entre les deux glaces sans subir de pression normale : le dos du cadre est d'une épaisseur suffisante pour résister sans aucune flexion à la pression de la vapeur. Le tiroir est rigoureusement équilibré, dans les mêmes conditions qu'un tiroir cylindrique ordinaire. Un léger graissage sur les faces frottantes donne un mouvement très doux et une très bonne étanchéité.

Ce type de tiroir a été adopté par la Compagnie Royale de Flessingue pour les pressions les plus élevées, **14** et **17** kilogr. dans les boites à tiroir. Les résultats obtenus ont toujours été très satisfaisants ; l'ajustage et le rodage demandent évidemment un soin tout particulier ; mais le travail est fait une fois pour toutes, l'usure est nulle, même après plusieurs années de service.

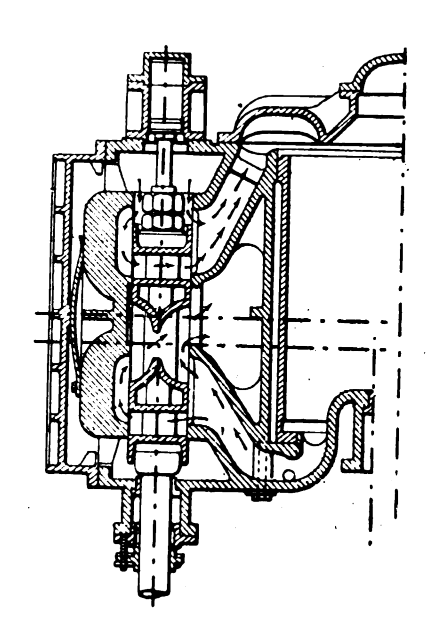


Fig. 2. — Tiroir Martin et Andrews.

Le tiroir Martin et Andrews, qui a été adopté pour tous les cylindres du *Noord Brabant*, est un perfectionnement du précédent. Les faux orifices du cadre ont une plus grande profondeur, et des conduits de grande section sont ménagés dans le tiroir, de façon à permettre à la vapeur, pour l'introduction et l'échappement, de passer à la fois par les arêtes de la glace du cylindre et par les arêtes de la glace du cadre en traversant les conduits du tiroir.

La figure 2 montre d'ailleurs nettement, dans un tiroir de ce genre, le trajet de la vapeur, pour l'introduction du côté opposé à la tige, pour l'échappement du côté tige. Le tiroir présente, en définitive, les mêmes avantages qu'un tiroir plan à double orifice, tout en étant équilibré d'une façon complète.

Pour protéger la glace du cylindre et celle du cadre de l'usure qui serait produite par le courant de vapeur, le conduit central du tiroir est limité par des surfaces courbes qui dirigent les jets de vapeur dans la direction des orifices. Ces surfaces sont enduites d'une couche d'huile qui les protège et qui, projetée sur les surfaces frottantes, donne une bonne étanchéité.

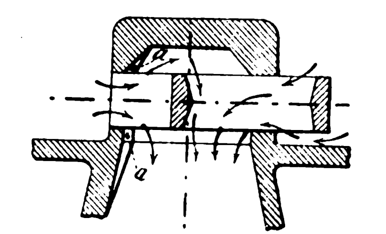



Fig. 3. — Valve Martin et Andrews.

Moins encombrant que le tiroir cylindrique ou le tiroir plan ordinaire, le tiroir Martin et Andrews fournit encore, entre autres avantages, celui de donner un orifice unique de grandes dimensions et de forme simple à chaque extrémité du cylindre. La boite à tiroir est également de forme bien plus simple que dans le cas de tiroir cylindrique. Les espaces morts sont très réduits.

La conduite des tiroirs Martin et Andrews est très douce ; même à toute puissance, aucune vibration n'est appréciable sur les arbres et barres de relevage.

*Valves, système Martin et Andrews.* — Le principe des tiroirs Martin et Andrews est appliqué également aux valves des tuyautages de vapeur. La figure 3 montre le trajet de la vapeur dans une valve de ce genre qui fonctionne comme valve à quadruple orifice. L'arête *a* introduit avant les autres et est en forme de V très ouvert, de façon à donner à la vapeur, pour les petits déplacements du levier de manœuvre, un orifice de forme triangulaire, de très faible section.

Sur le *Noord Brabant*, les tiroirs sont tous du système Martin et Andrews (fig. 4 et 5, pl. II). On peut évaluer à 1m50 environ la diminution de longueur de la machine résultant de la substitution de ces tiroirs aux tiroirs cylindriques ordinaires.

La valve de la machine (fig. 6 et 7, pl. II) est également du système Martin et Andrews ; elle peut être manœuvrée, soit par un simple levier qui permet une ouverture ou une fermeture brusque, soit par un système de vis et écrou qui permet de régler l'allure de la machine avec précision.

*Piston auxiliaire, système Joy.* — Le tiroir à basse pression est muni d'un piston auxiliaire, système Joy. Ce piston est un perfec-

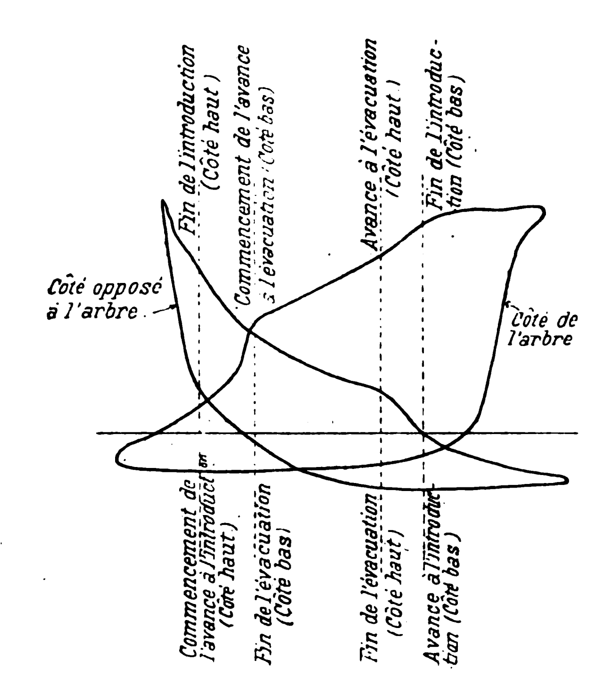



Fig. 4. — Diagrammes relevés sur un cylindre auxiliaire, système Joy.

tionnement sur le piston compensateur disposé souvent dans les machines pour équilibrer le poids des tiroirs. Le piston compensateur reçoit simplement la pression de la vapeur sur sa face inférieure ; sa surface est déterminée de façon à contre-balancer le poids du tiroir avec sa tige, de sorte que les efforts qui s'exercent sur les organes de commande correspondent seulement à l'inertie des pièces. Le piston auxiliaire, système Joy, fait plus encore; il tend à donner directement au tiroir son mouvement alternatif pour une allure donnée, l'allure à outrance, par exemple, de façon à diminuer dans des proportions considérables la fatigue des excentriques et de tous les organes de distribution. C'est un véritable moteur à mouvement alternatif, dans lequel la distribution se fait par le piston lui-même (fig. 8, pl. II).

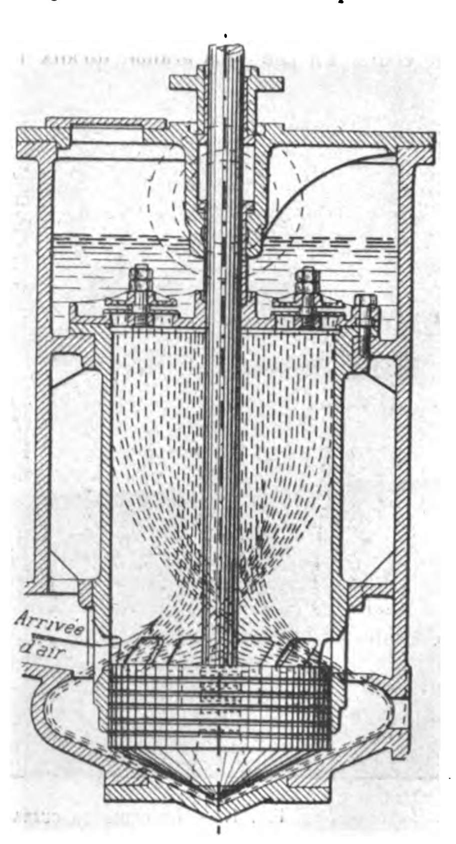



Fig. 5. — Pompe à air système Edwards.

L'arrivée de vapeur se fait par un conduit annulaire qui débouche dans la section transversale milieu du cylindre, *ab*, *a'b'*. Les orifices d'évacuation sont près des extrémités en EE, E'E'. Dans le piston sont ménagés des conduits $a_1b_1$, $a'_1b'_1$ par lesquels se fait l'introduction de vapeur. Dès que, le piston étant voisin de son extrémité de course, l'arête $a_1$ découvre l'arête *a*, l'introduction de vapeur se fait du côté bas. L'introduction cesse quand le piston repasse par la même position; la période d'introduction est égale à celle de l'avance à l'introduction. Après une grande détente, l'évacuation commence à se produire quand l'extrémité $c_1d_1$ du piston découvre l'arête *cd* de l'orifice d'évacuation. La compression commen-

cera quand le piston repassera par la même position; la période d'évacuation comptée à partir du point mort sera donc égale à celle de l'avance à l'évacuation. Les différentes périodes sont nettement indiquées sur les diagrammes ci-joints (fig. 4) relevés sur un cylindre auxiliaire de ce genre. L'introduction est plus forte du côté bas pour compenser l'influence du poids du tiroir.

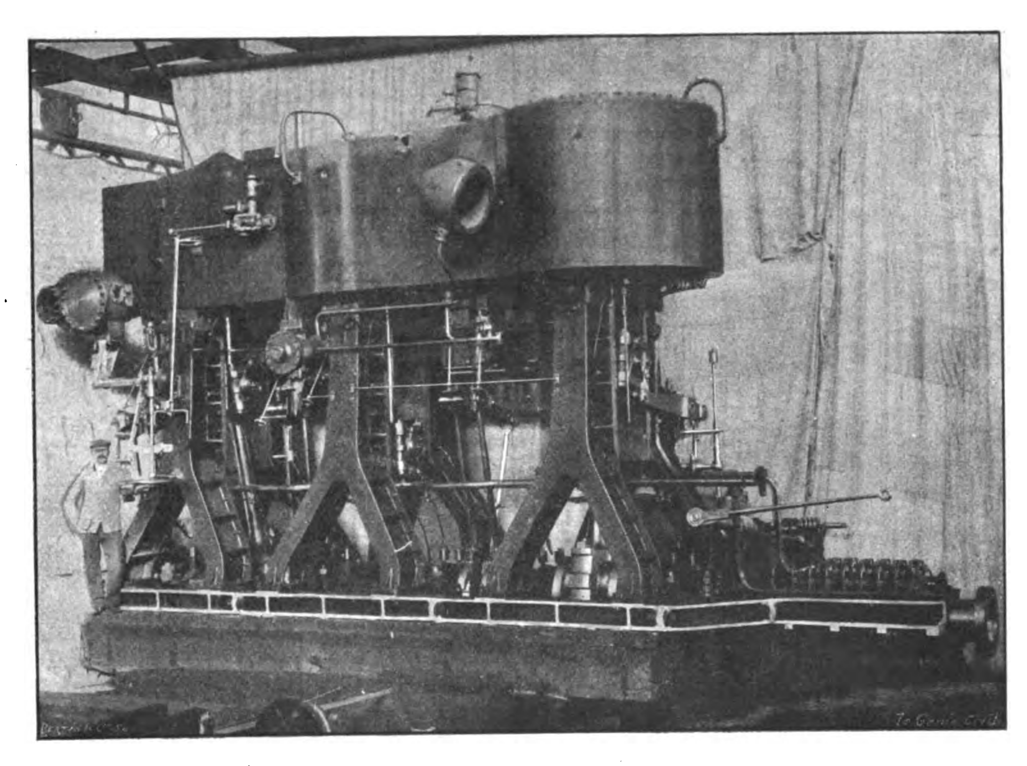


FIG. 6. — MACHINES DU « NOORD BRABANT » : Vue longitudinale de l'une d'elles.

*Conduite des tiroirs.* — La conduite des tiroirs se fait par coulisses, mais avec des dispositions particulières (fig. 1, pl. II); à chaque secteur correspondent trois excentriques au lieu de deux. L'excentrique de la marche avant des coulisses ordinaires est dédoublé en deux excentriques identiques, symétriquement placés de part et d'autre d'un excentrique central correspondant à la marche arrière. Les trois bielles d'excentrique sont droites; les deux bielles de la marche avant viennent s'articuler chacune sur une soie placée à l'extérieur de la flasque correspondante du secteur. La bielle de l'excentrique arrière s'articule sur une soie formant entretoise entre les deux flasques. Pour la marche à outrance, les pieds de bielle d'excentrique marche avant peuvent être amenés en ligne avec la tige du tiroir. Il ne peut en être de même pour la marche arrière, ce qui a conduit à donner à l'excentrique correspondant une course un peu plus grande qu'aux autres. Néanmoins, le diamètre extérieur est le même pour les trois excentriques, de façon à avoir les mêmes rechanges.

FIG. 7. — MACHINES DU « NOORD BRABANT » : Vue en bout des deux machines.

Ces dispositions d'ensemble sont très rationnelles au point de vue mécanique; les pièces sont d'une forme simple, les bielles d'excentrique sont droites et toutes interchangeables; les colliers d'excentrique sont tous identiques et leurs surfaces sont mieux proportionnées aux efforts qu'ils ont à supporter que dans le système ordinaire, qui conduit à donner la même surface totale aux excentriques de la marche arrière et de la marche avant. Le seul inconvénient est d'augmenter le nombre des organes à surveiller et des conduits de graissage à alimenter d'huile.

En raison de leur forme et de la disposition adoptée pour les tiroirs mêmes, les échantillons des barres d'excentrique peuvent être très réduits : ces barres ont 28 millimètres de diamètre à leur partie supérieure et 0m088 × 0m028 à la base.

L'arbre de relevage, de 150 millimètres de diamètre extérieur, est creusé intérieurement suivant un diamètre de 130 millimètres, ce qui ne laisse que 10 millimètres d'épaisseur de matière. A l'attache des bras de relevage, le diamètre extérieur est légèrement augmenté. Malgré ses faibles échantillons, l'arbre ne présente aucune vibration même à la marche à outrance.

*Condenseurs.* — Les condenseurs (fig. 10, 11 et 12, pl. II) sont entièrement en cuivre, enveloppe et coquilles. L'enveloppe, d'une épaisseur de 4 millimètres environ, porte des nervures distantes d'environ 20 centimètres qui donnent la rigidité voulue. Les coquilles en cuivre, de même épaisseur, portent des nervures rayonnantes. Elles sont reliées par un tirant qui règle en même temps l'équidistance des plaques tubulaires. L'entrée et la sortie d'eau se font par la même coquille, l'entrée par le haut, la sortie par le bas. Des écrans, disposés à l'intérieur des coquilles, assurent le passage de l'eau dans tous les tubes et empêchent les poches d'air.

L'arrivée de vapeur se fait suivant toute la longueur du condenseur par une fente d'environ 15 centimètres de largeur. Les deux bords de l'enveloppe sont reliés par des consolidations en forme d'U. Une longue saignée est ménagée dans le faisceau tubulaire, jusqu'à l'axe, pour faciliter l'entrée de la vapeur dans le faisceau. Une tôle horizontale, à nervures distantes de 12 centimètres, placée au milieu du condenseur et rivée sur les bords à l'enveloppe, ne laisse à la vapeur qu'un passage de 10 centimètres de largeur du côté de l'aspiration des pompes, et de 30 centimètres du côté opposé.

Toutes les surfaces intérieures du condenseur sont étamées. La surface réfrigérante est d'environ 562 mètres carrés pour chaque condenseur. Le poids avec les tubes est d'environ 4050 kilogr., soit 72 kilog. par mètre carré de surface réfrigérante.

*Pompe à air, système Edwards.* — Les pompes à air, système Edwards, ont un fonctionnement tout différent de celui des pompes à air ordinaires. Ces dernières, avec clapets de pied et clapets de tête, sont de simples pompes aspirantes et foulantes. L'influence des espaces morts, qui diminuent considérablement l'efficacité de la pompe, est généralement atténuée par l'addition de clapets sur le piston lui-même, ce qui conduit à un fonctionnement en compound. Ces pompes, d'un fonctionnement satisfaisant par mer calme, donnent souvent lieu, au roulis, à des chocs violents, quelquefois dangereux, car ils peuvent entraîner la rupture des clapets, de leurs



sièges, parfois même des pistons ou de leurs tiges. Ces chocs sont attribuables aux inégalités d'afflux d'eau, qui résultent des mouvements du navire, et changent brusquement le régime de la pompe.

En temps normal, le volume d'eau débitée par coup de piston est très faible. Le volume engendré par le piston des pompes à air est, en effet, en moyenne de 400 litres par cheval, alors que le poids de vapeur et, par suite, d'eau condensée n'est que de 6kg 5 à 7 kilogr. Le volume d'eau débitée n'atteint donc pas les $^2/_{100}$ du volume engendré par le piston. En fonctionnement normal, la pompe aspire principalement de l'air raréfié, en même temps que de la vapeur d'eau. Si un afflux d'eau est produit par les mouvements de roulis, la quantité d'eau aspirée pour la pompe augmente brusquement, en même temps que le matelas d'air des deux côtés du piston est supprimé ou diminué. Il en résulte des chocs violents et des efforts brusques sur les clapets et leurs sièges. Les avaries de pompe à air se produisent le plus souvent dans ces conditions ; elles ont le grand inconvénient de paralyser pendant assez longtemps les machines principales, même pour le simple changement des clapets de pied ou des clapets du piston.

Les chocs peuvent être atténués par l'ouverture d'un robinet donnant une arrivée d'air directe dans le corps de pompe ; mais ce n'est blement le volume de l'espace mort au point mort haut. Le vide dans le corps de la pompe, quand le piston redescend, correspond exactement à la tension de la vapeur pour la température de l'eau condensée. Lorsque les orifices supérieurs du corps de pompe se découvrent, le condenseur communique librement avec ce dernier et, si les orifices sont convenablement calculés, le vide dans le condenseur peut devenir égal à celui du corps de pompe.

L'eau condensée s'est rassemblée, pendant la course du piston, à la partie inférieure du corps de pompe. Elle est chassée par le piston quand ce dernier arrive à son point mort bas, et, par suite de la forme même du fond, elle est projetée (fig. 5), à travers les orifices, dans les parties supérieures du corps de pompe.

L'eau est projetée avec vitesse et, loin de gêner l'entrée de l'air par les orifices, elle produit un entraînement d'air favorable au maintien du vide.

L'air du condenseur a donc toujours libre accès dans le corps de pompe, en même temps que l'évacuation de l'eau se fait régulièrement. La forme conique du piston à sa partie inférieure produit le refoulement de l'eau sans chocs.

La pompe Edwards a un fonctionnement satisfaisant à l'allure de

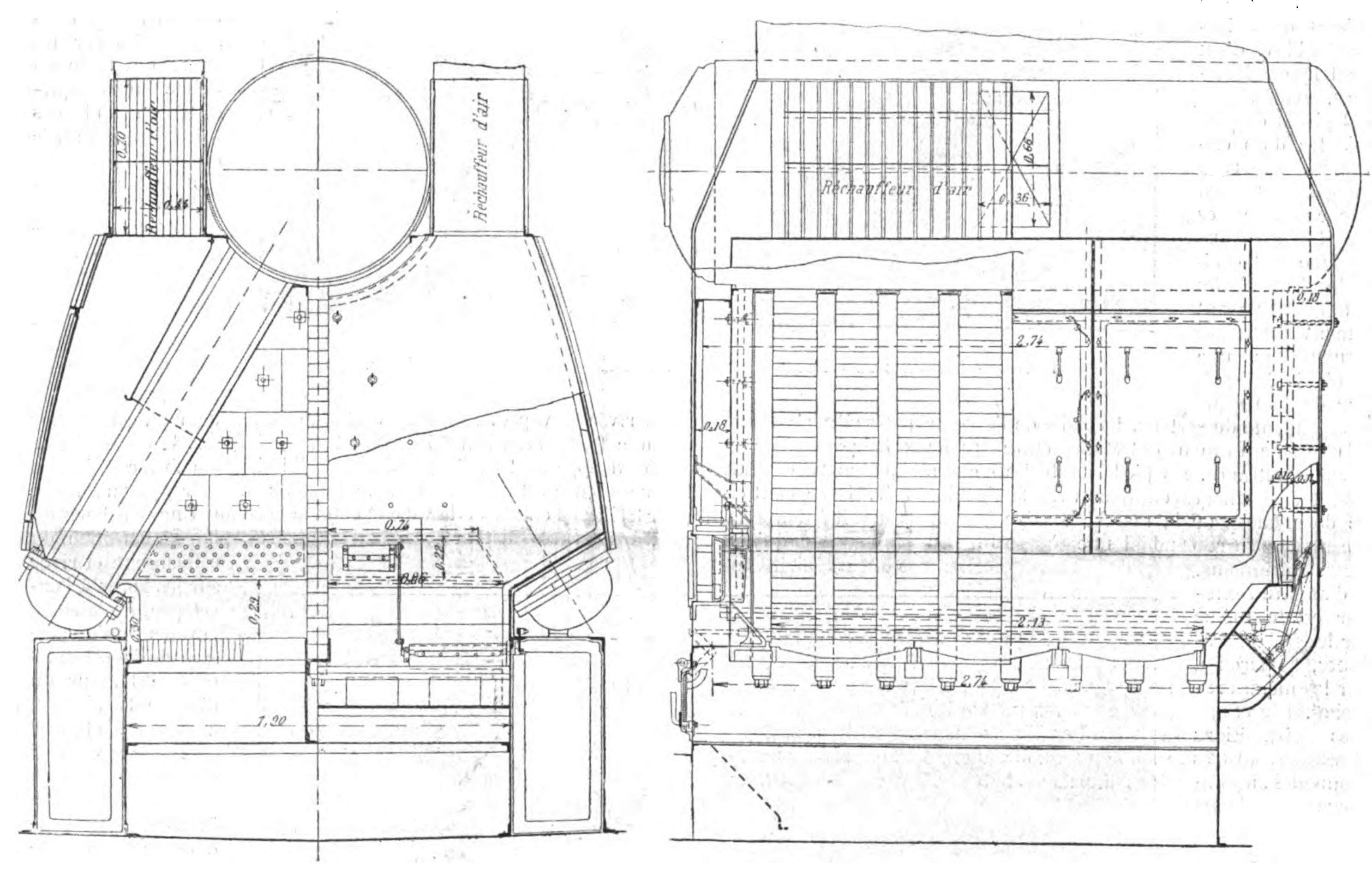



Fig. 8. — Demi-coupe et demi-élévation transversales.

Fig. 9. — Demi-coupe et demi-élévation longitudinales.

Fig. 8 et 9. — Chaudière Yarrow du *Noord Brabant*, avec réchauffeur d'air système Howden.

là qu'un palliatif souvent insuffisant et qui présente d'ailleurs l'inconvénient de diminuer le vide au condenseur.

La disposition de clapets de pied étagés, destinés, ceux du bas à donner passage à l'eau, ceux du haut à donner passage à l'air, améliore le fonctionnement, mais sans donner de garanties absolues. L'encombrement se trouve d'ailleurs augmenté. Cet encombrement des pompes à air est un des inconvénients du système ordinaire; le volume débité doit être largement calculé, et comme, d'autre part, l'allure doit être relativement réduite, on se trouve conduit à de grandes dimensions pour les corps de pompe.

Le vide donné au condenseur par une pompe à air à deux ou trois séries de clapets est nécessairement inférieur à celui produit dans le corps de pompe lui-même, de la charge nécessaire pour le soulèvement des clapets de pied. La levée étant généralement réduite pour éviter les chocs, une nouvelle perte de vide résulte de la difficulté qu'éprouve le mélange d'eau et de vapeur à contourner les clapets.

Dans les pompes à air, système Edwards, les clapets de piston et les clapets de pied sont complètement supprimés. Le condenseur communique avec le corps de pompe par des orifices, disposés à la partie inférieure, qui sont découverts quand le piston arrive à son point mort bas.

La suppression des clapets du piston permet de réduire très nota- 20 tours à la minute, et fonctionne d'autant mieux que l'allure est plus rapide.

Les seuls clapets conservés sont facilement accessibles. Il est même possible de les changer en marche sans nuire en aucune façon au fonctionnement de la pompe. Après avoir démonté le butoir, on maintient d'une main le clapet à changer sur son siège, jusqu'à ce que l'on soit prêt à mettre le clapet de rechange. Le piston en montant aide à retirer le clapet hors d'usage que l'on remplace immédiatement par un clapet neuf. A l'allure de 60 ou 70 tours à la minute, l'opération se fait avec la plus grande facilité.

La première application, sur un navire, des pompes à air système Edwards a été celle du vapeur *Balderton* en 1896. Depuis cette époque, de nombreuses applications ont été faites en Angleterre, en Italie et en Hollande. Elles ont été adoptées en particulier par la Compagnie des chantiers de l'Escaut.

La figure 9 (pl. II) représente les pompes à air du *Noord Brabant*. Le piston est muni d'une couronne rapportée avec six rainures pour l'étanchéité. Après usure, cette couronne peut être facilement remplacée. A la partie basse du corps de pompe, un logement de 75 millimètres de diamètre est ménagé pour éviter la rupture du piston au cas où un corps étranger, tel qu'un boulon ou un écrou, serait accidentellement introduit dans la pompe.

Un clapet de 24 centimètres de diamètre, appliqué sur son siège par son poids, permet une communication directe du condenseur à la bâche, dans le cas où une pression s'établirait dans le condenseur. Il peut en être ainsi, pendant le stoppage des machines principales, si les machines auxiliaires envoient leur vapeur au condenseur.

*Tuyautage principal de vapeur.* — Le tuyautage principal de vapeur, suivant un procédé introduit depuis quelques années par M. Martin, est tiré de blooms d'acier doux.

Le tuyau est forgé droit avec ses pinces, comme le serait un tronçon de ligne d'arbres. Il est ensuite percé et tourné intérieurement au diamètre voulu ; après quoi, il est cintré à froid à sa forme définitive. Pour les tuyaux à coudes brusques, le trou intérieur est excentré pour compenser la diminution d'épaisseur due au cintrage. Afin d'obtenir un travail bien régulier, on dispose à l'intérieur du tuyau des disques en fonte séparés par des rondelles ; disques et rondelles sont montés sur une tige centrale et serrés les uns contre les autres ; le diamètre des disques est inférieur de 3 millimètres environ à celui du tuyau, ce

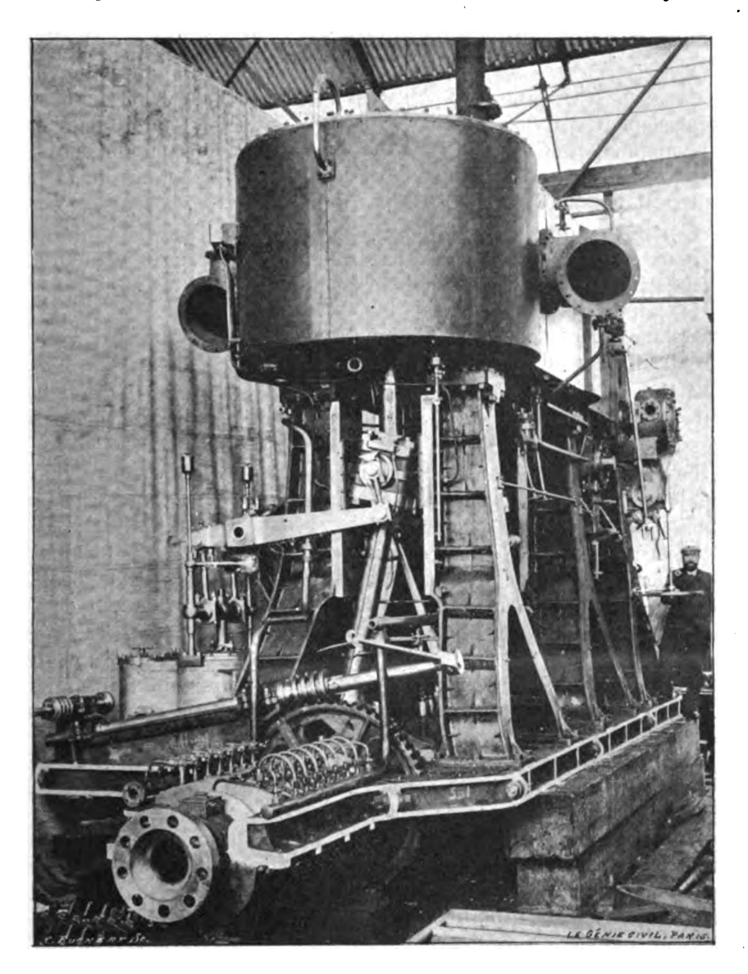


Fig. 10. — Vue en bout d'une des machines du *Noord Brabant*.

qui permet de les retirer facilement après cintrage. L'opération se fait à la presse hydraulique comme pour un tuyau de cuivre.

Tout danger provenant d'un défaut de rivetage ou de soudure est ainsi écarté.

Le tuyautage est établi sans joints glissants, les coudes étant étudiés de telle façon que les dilatations se fassent sans fatigue pour le métal.

Appareil moteur. — L'appareil moteur du *Noord Brabant* (fig. 6 et 7 du texte et fig. 1, 2 et 3, pl. II) comprend deux machines, placées dans deux compartiments séparés par une cloison étanche longitudinale. Elles actionnent chacune une hélice, l'hélice tribord tournant de droite à gauche, l'hélice bâbord de gauche à droite. Les coursives de manœuvre, particulièrement dégagées, sont en abord.

Les plaques de fondation, les bâtis, le palier de butée, les fonds de cylindre, les pistons, les supports des patins de glissière, sont en acier moulé. Les tiges de piston, solidaires des traverses, sont en acier au nickel et creuses. Les bielles sont creuses depuis la tête jusqu'à quelques centimètres de la fourche. Les tiges de tiroir sont en acier au nickel comme les tiges de piston.

Tous les presse-étoupes sont à garnitures métalliques.

Les cylindres sont supportés pour chaque machine par six bâtis en forme d'Y renversé et à section en I. Ces bâtis sont placés deux par deux par le travers de chaque cylindre et portent les glissières.

L'arbre à manivelles, creux, est en acier ; les manivelles sont calées à 120°.

Les butées, placées directement à l'arrière de la machine, sont à colliers amovibles.

Les pompes à air sont conduites par les traverses des cylindres à basse pression. Elles ont donné toute satisfaction aux essais, et ont un fonctionnement très silencieux.

Les turbines de circulation sont actionnées par des moteurs indé-

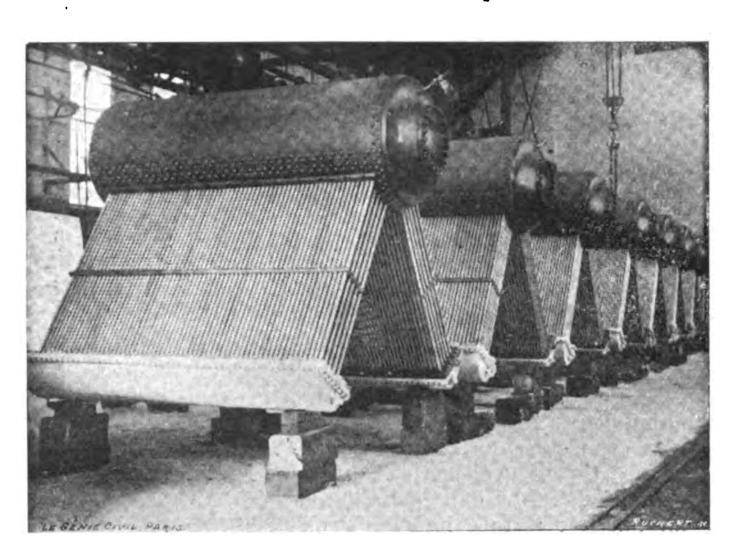


Fig. 11. — Vue d'une série de chaudières Yarrow.

pendants à deux cylindres avec tiroirs système Martin et Andrews ; les disques ont un diamètre de 1m 07 et sont solidaires des arbres.

Les chambres de machines comprennent en outre, comme machines auxiliaires :

Deux pompes de cale et deux pompes de servitude, toutes du même modèle, avec tiroirs système Martin et Andrews. Les cylindres à

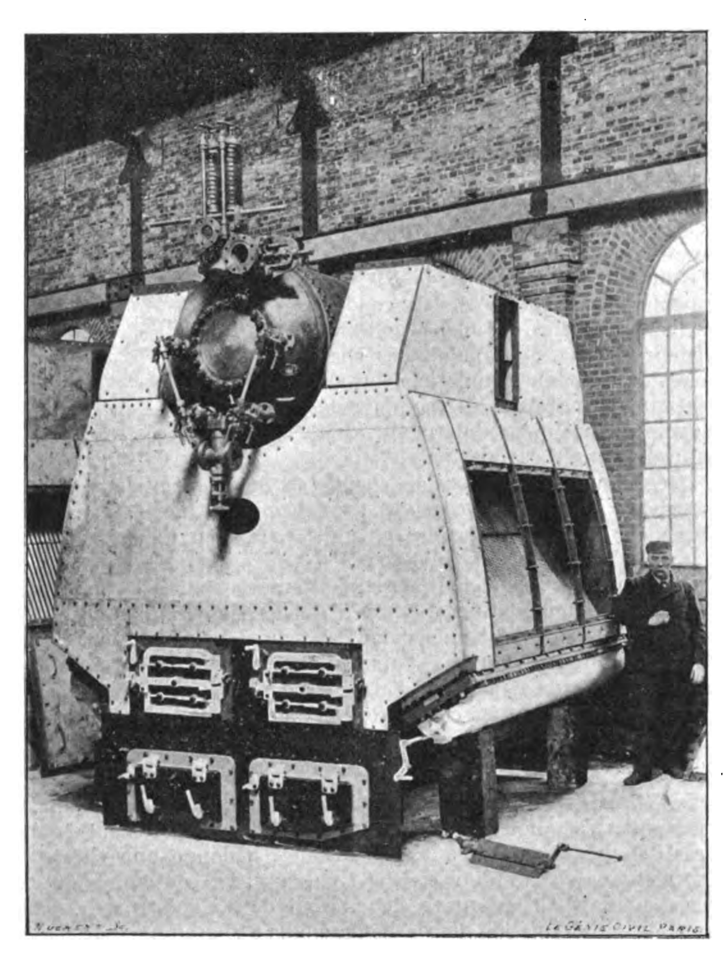


Fig. 12. — Vue d'une des chaudières du *Noord Brabant*.

vapeur ont 152 millimètres de diamètre, les corps de pompe 203 millimètres ; la course est de 304 millimètres. Les pompes de servitude prennent l'eau à la bâche et la refoulent, à travers les filtres, dans la caisse alimentaire, contre la cloison avant du compartiment ;

Deux dynamos de 400 ampères ;

Deux bouilleurs de 30 tonnes ;

Un réfrigérant, système Hall ;

Un condenseur auxiliaire de 93 mètres carrés de surface réfrigérante, construit comme le condenseur principal. Il est muni d'une pompe de circulation à double effet (diamètre : 203 millimètres) et d'une pompe à air à double effet (diamètre : 304 millimètres), actionnées par une machine à deux cylindres de 203 millimètres de diamètre. La course est de 304 millimètres pour tous les pistons.

Les dimensions principales des appareils sont résumées par le tableau suivant :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diamètre des cylindres. | Cylindre à HP | mètres. | 0,836 |
| | Cylindre à MP | — | 1,249 |
| | Cylindre à BP | — | 1,882 |
| | Course des pistons | — | 0,989 |
| Nombre de tours par minute | | | 145 |
| Puissance totale | | chevaux. | 9 750 |
| Vitesse correspondante | | nœuds. | 20 |
| Arbre à manivelles. | Diamètre extérieur | mètres. | 0,362 |
| | Diamètre intérieur | — | 0,19 |
| Pompes à air (système Edwards) | Diamètre | — | 0,713 |
| | Course | — | 0,33 |
| Condenseurs | Surface réfrigérante | mètres carrés. | 562 |

*Chaudières.* — Les chaudières (fig. 10, 11 et 12) sont du système Yarrow. Pour chacune d'elles (fig. 8 et 9), le foyer est divisé en deux parties égales par une rangée de sept tubes. système Field, distants de 30 centimètres, avec briques formant cloison complète entre les tubes. Les tubes (fig. 13) ont un diamètre extérieur de 88 millimètres et une épaisseur de 8 millimètres; le tube intérieur a un diamètre de 38 millimètres. Les cloisons ainsi formées résistent au feu bien mieux que les simples cloisons en briques.

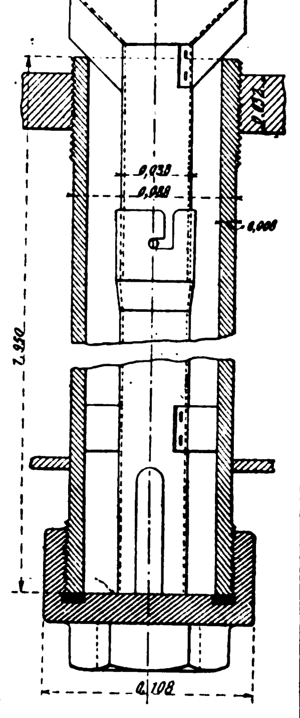


Fig. 13. — Disposition d'un tube Field.

Les chaudières, au nombre de douze, sont disposées en chaufferies ouvertes; le tirage activé est obtenu par le système Howden (réchauffage préalable de l'air de la combustion). Les tubes de chauffe pour l'air sont disposés verticalement de chaque côté du collecteur supérieur de la chaudière; ils sont parcourus intérieurement par les produits de la combustion et chauffent, par leur surface extérieure, l'air qui descend le long des façades et pénètre à la fois dans le foyer et le cendrier, par des valves dont on règle l'ouverture de la façade de la chaudière. La plus grande partie de l'air pénètre dans le cendrier. La température de réchauffage varie de 120 à 150°.

L'air est refoulé par six ventilateurs, un pour deux chaudières, avec conduits permettant de faire refouler chaque ventilateur à l'une quelconque des chaudières de la même chaufferie. Deux des ventilateurs sont dans les chambres des machines, dont ils produisent ainsi tout naturellement l'aération.

L'aération des chambres de chauffe est donnée par deux grandes manches à air, de 2m² 75 chacune, pour chaque chaufferie. L'air chaud s'échappe par l'enveloppe des cheminées, par un espace annulaire d'environ 50 centimètres de largeur.

L'alimentation des chaudières se fait entièrement à la main, sans alimentateurs automatiques. Il n'y a pas de pompe alimentaire dans les machines. Dans chaque chaufferie, deux pompes alimentaires, l'une du système Patterson, l'autre du système Weir, refoulant dans un même tuyautage, assurent l'alimentation.

Les chaudières ont été construites aux ateliers de la Compagnie de l'Escaut, elles sont groupées en deux chaufferies. La surface totale de grille est de 42m² 5; la surface de chauffe, de 2 380 mètres carrés.

Essais. — Aux essais, les appareils ont fonctionné d'une façon satisfaisante. L'aération des chaufferies a été particulièrement bonne. L'essai de quatre heures à toute puissance a donné une vitesse de 20,1 nœuds avec 143 tours et 10 067 chevaux. La consommation par cheval a été de 930 grammes. Pour l'essai de 30 heures à mi-puissance, la consommation de charbon a été de 840 grammes par cheval-heure (0kg 876 y compris la consommation des machines auxiliaires).

Les chiffres de consommation sont assez élevés, surtout si l'on tient compte de l'économie de charbon que devait procurer le réchauffage préalable de l'air de la combustion.

C'est un inconvénient de ce type de chaudières, qui présente, par ailleurs, de grands avantages, au point de vue de la possibilité de pousser l'activité de la combustion; le poids par cheval des appareils évaporatoires se trouve ainsi très réduit. C'est ce qui ressort du tableau suivant qui donne, pour divers bâtiments pourvus de chaudières de différents types, le poids des appareils :

| Désignation des bâtiments | Nombre et types des chaudières | Puissance développée | Poids total | | Poids par cheval | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Chaudières complètes avec eau | Chaudières machines et rechanges | Chaudières complètes avec eau | Chaudières machines et rechanges |
| | | chevaux | tonnes | tonnes | kilogr. | kilogr. |
| *Noord Brabant* | 12 Yarrow | 10 067 | 230 | 540 | 22,7 | 53,6 |
| *Pactolus* | 8 Thornycroft | 7 152 | 183 | 391 | 25,5 | 54,6 |
| *Arrogant* | 18 Belleville | 10 240 | 471 | 838 | 46 | 81,8 |
| *Diadem* | 20 Belleville à économiseurs | 16 961 | 779 | 1565 | 46 | 92,2 |
| *Doris* | 8 cylindriq. à retour de flammes | 9 847 | 557 | 929 | 56,7 | 94 |

Une grande économie de poids, que l'on peut estimer, pour le *Noord Brabant*, à près de 300 tonnes, résulte donc de l'adoption des chaudières Yarrow. Mais, à égalité d'approvisionnement de charbon, on peut évaluer à environ 15 % la réduction de distance franchissable qui résulte du moins bon rendement des chaudières.

*Renseignements généraux.* — Le *Noord Brabant* (fig. 1) appartient à un groupe de trois croiseurs cuirassés identiques, de 4033 tonnes de déplacement, qui dérivent des croiseurs cuirassés, type Holland, par une augmentation de 1m 40 dans la longueur et de 130 tonnes environ dans le déplacement. La longueur est de 94m 80; la largeur de 14m 80; le tirant d'eau AR de 5m 40.

L'artillerie, du système Krupp, comprend :

Deux canons de 0m 15, un à l'avant et un à l'arrière, en tourelles de 0m 24 d'épaisseur;

Six pièces de 0m 12 à tir rapide;

Quatre pièces de 0m 075, avec masques en acier au nickel;

Quatre pièces de 0m 037 et quatre mitrailleuses.

A l'avant est un tube lance-torpilles sous-marin de 0m 350; trois tubes (un de chaque bord et un à l'arrière) de 0m 450, sont placés au-dessus de l'eau.

Les soutes à munitions sont maintenues à une température convenable par un réfrigérant Hall à l'ammoniaque. Huit monte-charges électriques approvisionnent les pièces.

La protection est donnée par une ceinture cuirassée de 0m 15 à la flottaison, et un pont protecteur formé de deux tôles de 0m 025. Le blockhaus est blindé à 0m 10. Toutes les plaques proviennent de l'usine de Saint-Chamond.

Un double fond s'étend sur les deux tiers de la longueur du navire; il est divisé en 106 compartiments, dont plusieurs sont utilisés pour l'eau de réserve de la machine et d'autres employés comme water-ballast.

L'épuisement est assuré par un drain principal, de 0m 300 de diamètre, avec deux turbines ayant chacune un débit de 1 000 tonnes à l'heure, et un petit drain de 0m 125 avec pompes de cale.

L'aération des fonds est obtenu par deux ventilateurs qui refoulent dans des conduites amenant l'air dans les divers compartiments. Pour les hauts, deux ventilateurs permettent de faire arriver dans les compartiments de l'air froid ou de l'air chaud, à volonté.

Le bâtiment est muni de deux quilles de roulis, de 0m 60 de hauteur, qui s'étendent sur les deux tiers de la longueur du navire.

Le bois a été complètement supprimé et remplacé partout par des tôles légères. Les cloisons des chambres d'officiers sont recouvertes de lincrusta Walton, les ponts de linoléum.

M. Hachebet.

## PHYSIQUE INDUSTRIELLE

### UTILISATION DES COMBUSTIBLES LIQUIDES

Dans une des dernières séances de la Société des Ingénieurs civils de France, on a soulevé l'importante question des points d'appui et de réapprovisionnement de combustible pour les navires de guerre. M. R. Soreau a signalé à ce sujet que l'Angleterre, utilisant de nouveaux gisements de pétrole, se proposait de jalonner la route de l'Extrême-Orient de dépôts qui permettront l'emploi du pétrole comme combustible à bord des paquebots. La Shell Line, Société anglaise de navigation, dont les vapeurs transportent le pétrole de Batoum aux ports de l'Inde et de l'Extrême-Orient, a obtenu, en effet, du Gouvernement égyptien, l'autorisation d'installer à Suez des réservoirs à pétrole, pour permettre aux navires d'y renouveler leur approvisionnement. De nombreuses expériences ont déjà prouvé que ce mode de chauffage permet de supprimer des chauffeurs et des soutiers et n'exige, comme l'a signalé le *Génie Civil* (1), qu'une

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 8, p. 128.

charge de 300 tonnes de pétrole, contre 500 tonnes de charbon, pour aller de Suez à Singapour.

Or, si l'on a, il est vrai, installé sur quelques bâtiments de guerre français un chauffage mixte, à la houille et aux huiles minérales, ce n'est que d'une façon passagère et très incomplète, sans qu'il ait été fait, croyons-nous, d'expériences de longue durée ni une étude suffisamment complète de la question. En Russie et en Amérique, au contraire, le chauffage au combustible liquide se répand de plus en plus, et l'on en trouve aussi de nombreux exemples en Angleterre et dans les Pays-Bas. Les applications se rencontrent non seulement dans la marine, mais aussi dans les chemins de fer, la métallurgie et une foule d'autres industries. Toutefois, les plus grands avantages ont été obtenus par l'emploi du pétrole brut, de préférence à tout autre combustible liquide.

Un Ingénieur américain, M. H. Tweddle, estimant qu'en pareille matière les essais valent mieux que la théorie pour rechercher le système le plus simple et le plus économique, vient d'exposer, dans une étude publiée par l'*Engineering and Mining Journal*, les méthodes qui ont pour but d'atteindre ces résultats.

Cette étude nous ayant paru comporter des aperçus nouveaux et intéressants, nous nous proposons d'en donner ici une courte analyse, tout en rappelant les efforts tentés par d'autres Ingénieurs, et en essayant de coordonner les résultats fournis par différents expérimentateurs.

*Propriétés du pétrole brut.* — Le pétrole est un hydrocarbure dans lequel les proportions de carbone et d'hydrogène sont variables, comme le montre le tableau suivant, d'après M. P. Mahler (1):

| | C | H | O | Pouvoir calorifique. |
|---|---|---|---|---|
| Huile lourde de pétrole d'Amérique. | 86 894 | 13 107 | » | 10 913 cal. |
| Pétrole raffiné d'Amérique . . . . | 85 491 | 14 216 | 0,293 | 11 047 |
| Essence de pétrole d'Amérique . . | 80 583 | 15 101 | 4,316 | 11 086 |
| Pétrole brut d'Amérique . . . . . | 83 012 | 13 889 | 3,099 | 11 094 |
| Huile lourde de Bakou . . . . . . | 86 700 | 12 944 | » | 10 843 |
| Pétrole du Caucase. . . . . . . . | 84 906 | 11 636 | » | 10 328 |
| Ozokérite de Boryslaw . . . . . . | 83 510 | 14 440 | » | 11 163 |

Un kilogramme de *carbone*, en s'oxydant pour former de l'acide carbonique, fournit pendant sa combustion 8 055 calories et requiert la quantité d'oxygène contenue dans 11kg 6 d'air. Dans ce cas, on obtient la température la plus élevée qu'on suppose être d'environ 2 525 calories. Si on introduit plus d'air, le nombre de calories dégagées reste le même, mais la température est moindre, une partie de la chaleur étant absorbée par l'excès d'air.

D'après la composition de l'air, pour chaque partie d'oxygène combinée au carbone, 3,4 parties d'azote doivent être chauffées en pure perte. S'il était possible de combiner directement le carbone avec de l'oxygène non mélangé d'azote, l'intensité de la combustion croîtrait dans de telles proportions que l'on arriverait difficilement à construire des chaudières capables de supporter une pareille température.

Si, au contraire, on n'admet pas une quantité d'oxygène suffisante, la transformation, au lieu de se faire en acide carbonique, se fait en oxyde de carbone et dégage moins de calories. C'est dans la nécessité de n'introduire que juste la quantité d'air nécessaire à la combustion du carbone que réside la plus grande difficulté pratique.

Si toute la capacité calorifique théorique était utilisée, le carbone produirait, par kilogramme, 13 chevaux-vapeur par heure, au lieu de 1 à 1 1/2 cheval-vapeur, résultat obtenu en pratique. La vaporisation serait, dans les mêmes conditions, de 15 kilogr. d'eau à 100° sous la pression atmosphérique. Mais les chaudières utilisent seulement la moitié de la chaleur, tant à cause du mauvais dispositif de la surface de chauffe ou du foyer que de l'accumulation du tartre dans l'intérieur des bouilleurs ou des tubes, ou de la présence de la suie à l'extérieur. Une épaisseur de suie de 0m 003 rend pratiquement le chauffage inutilisable, et une épaisseur de 0m 0015 de tartre amène une perte de 10 % dans l'effet du combustible.

L'*hydrogène* est le meilleur des combustibles au point de vue de la capacité calorifique. Un kilogramme de ce gaz nécessite, pour sa complète oxydation, la quantité d'oxygène contenue dans 34kg 80 d'air. Il dégage alors 34 472 calories, sa température de combustion étant, d'ailleurs, beaucoup plus élevée que celle que l'on obtient avec le carbone.

Le *soufre* est un combustible pauvre, puisqu'il ne fournit que 2 200 calories; et, comme la quantité de soufre contenue dans le pétrole est très faible, on peut le négliger en pratique.

Tout élément autre que le carbone et l'hydrogène entrant dans la composition du pétrole est nuisible au point de vue de la combustion. Cette remarque s'applique également à l'oxygène que peut contenir le combustible, non seulement parce que cet oxygène ne sert pas à accroître la quantité de chaleur dégagée, mais encore parce qu'il augmente le poids du combustible, tandis que l'oxygène requis pour la combustion est fourni sans frais par l'air et n'a besoin d'être ni transporté ni manutentionné.

Pour se rapprocher le plus possible de l'effet théorique, il faut donc envoyer dans le foyer la quantité juste nécessaire d'oxygène. Or c'est précisément avec les combustibles liquides que l'on peut le mieux obtenir ce résultat.

Le tableau ci-dessous, dressé par M. Tweddle, résume et complète les chiffres que nous avons donnés plus haut. On remarquera que les quantités d'air nécessaire à la combustion et la puissance calorifique du pétrole sont un peu plus élevées que celles trouvées en France :

| NATURE DU COMBUSTIBLE | AIR nécessaire par kilogr. de combustible | TEMPÉRATURE DE COMBUSTION | | | | VALEURS THÉORIQUES | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Avec la quantité d'air théorique | Avec une fois et demie la quantité d'air théorique | Avec deux fois la quantité d'air théorique | Avec trois fois la quantité d'air théorique | En calories | En eau vaporisée à 100° par 1 kilogr. de combustible |
| | kilogr. | degrés | degrés | degrés | degrés | calories | kilogr. |
| Hydrogène. . . . . | 36,00 | 3 175 | 2 125 | 1 570 | 1 060 | 34 460 | 64,20 |
| Charbon. . . . . . | 12,13 | 2 525 | 1 765 | 1 335 | 895 | 8 055 | 15,00 |
| Bois desséché. . . . | 4,80 | 2 035 | 1 430 | 1 145 | 830 | 4 025 | 7,50 |
| Pétrole . . . . . . | 15,43 | 2 785 | 1 935 | 1 485 | 1 010 | 11 665 | 21,74 |

Il ne suffit pas de fournir la quantité d'air nécessaire; il faut aussi que le contact de l'air et du combustible soit le plus parfait possible. Le meilleur des procédés imaginés dans ce but est la conversion du combustible en gaz, dont le débit peut être calculé et réglé.

A côté du combustible gazeux se place immédiatement le combustible liquide, qui peut d'ailleurs se transformer en gaz au moment même de son entrée dans le foyer. Il a sur le combustible gazeux l'avantage de n'exiger que des tuyaux de très petit diamètre et de réclamer moins d'espace pour son emmagasinement.

Après le combustible liquide vient le combustible solide pulvérisé, qu'on peut injecter dans les foyers comme le combustible liquide. Les appareils de Friedberg, Schwartzkopff et Wegener ont donné de bons résultats en pratique. Dans l'appareil Wegener, le charbon pulvérisé est vidé dans une trémie conique aboutissant à un crible de 0m15 de diamètre. Au-dessus de ce crible, un tuyau amenant l'air contient un petit ventilateur qui tourne sous l'action du tirage de la cheminée et dont l'axe porte une came imprimant au crible 150 à 250 secousses par minute. La vitesse de combustion dépend du réglage de la came.

Mais ce procédé de combustion n'offre pas tous les avantages de l'emploi du combustible liquide, comme nous le verrons plus loin.

*Appareils permettant de brûler le combustible liquide.* — Les appareils destinés à injecter le combustible liquide dans les foyers, à le vaporiser et à le mélanger à l'air, sont connus sous le nom de *pulvérisateurs*. Dans tous ces appareils, l'huile est pulvérisée au moyen d'un vif courant d'air ou de vapeur.

Parmi les pulvérisateurs à vapeur, nous rappellerons ceux qui ont été employés avec succès dans les générateurs de l'Exposition de Chicago (1) et imaginés par Reed, Burton Meyer, Larkin, Bunel, Evans, Stewart, etc., puis ceux en usage en Europe, parmi lesquels les plus connus sont dus à d'Allest (2), Deutsch (3), Holden, Etehell, Urquhart (4), etc. L'appareil Urquhart a été notamment utilisé sur toutes les locomotives du chemin de fer de Griazi-Tzaritzin et sur plusieurs machines du Great Eastern Railway.

Tous ces pulvérisateurs ont l'inconvénient d'emprunter à la chaudière une quantité de vapeur qui peut varier, suivant les appareils et suivant les saisons, entre 2 et 13 %. Cet inconvénient est particulièrement appréciable dans la marine où l'on a tout intérêt à économiser l'eau douce.

Parmi les pulvérisateurs à air, citons celui de Kloss, qui utilise l'air comprimé légèrement chauffé entre des plaques de fonte placées dans le foyer, et celui de Kermode (5) où l'air, également sous pression, est chauffé dans un tuyau contournant intérieurement la grille du foyer.

Enfin, sans prétendre épuiser toute la série des brûleurs de combustible liquide, nous devons encore mentionner ceux dans lesquels la flamme est proportionnée à la pression de vapeur dans la chaudière, au moyen d'un réglage automatique: tels sont ceux de Couvert, Shyman, Harper, Claybourne, etc.

Que l'huile soit pulvérisée par la vapeur ou par l'air, la mise en train se fait toujours à l'aide de l'air comprimé jusqu'à ce que la pression de vapeur atteigne 0kg 4.

D'une manière générale, l'attention des Ingénieurs s'est portée

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 12, p. 197, et *Contribution à l'étude des combustibles*, par P. Mahler (chapitre VI).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIV, n° 14, p. 216.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. VIII, n° 1, p. 7; n° 2, p. 19; et n° 3, p. 36.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXI, n° 14, p. 236.
(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 7, p. 113.
(5) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 9, p. 142.

surtout sur la meilleure forme à donner au pulvérisateur. Mais, en pareille matière, il faut avant tout rechercher la simplicité des organes et écarter tous ceux qui sont susceptibles de s'encrasser ou de se détériorer au feu, ou qui se nettoient difficilement.

D'après M. Tveddle, le brûleur le plus simple consisterait dans la combinaison de deux tubes disposés comme l'indique le croquis de la figure 1, dans lequel 1 représente le conduit d'amenée de l'huile, 2 un robinet qui en règle le débit, 3 le conduit de vapeur, 4 une valve de réglage pour la vapeur, et 5 une plaque de garde disposée autour du conduit 1 pour obvier aux pertes d'huile. Le conduit inférieur présente une section large mais aplatie; il y circule un courant d'air ou de vapeur sous pression. L'huile coule par le conduit supérieur et, guidée par la garde 5, elle s'étale en nappe au-dessus du courant

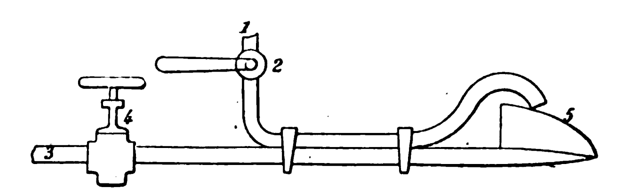


Fig. 1. — Brûleur type pour combustible liquide.

de vapeur ou d'air, de sorte qu'elle est projetée rapidement sous forme d'un jet finement divisé, brûlant presque aussi facilement qu'une masse gazeuse.

On peut d'ailleurs donner différentes formes à la flamme suivant celle que l'on donne au jet de vapeur. Si celui-ci sort en forme d'éventail, la flamme sera dirigée sur les côtés et restera courte mais large. Si, au contraire, on désire une flamme longue et étroite, il faut donner au jet de vapeur une forme concave, la plus grande partie occupant le centre et projetant ainsi la flamme à une grande distance.

Pour que l'effet de vaporisation dans la chaudière soit le meilleur possible, il ne suffit pas de perfectionner la forme du brûleur, il faut que l'huile soit pulvérisée de façon à se mélanger intimement avec l'air ou la vapeur, et qu'elle se consume instantanément. Il faut donc que l'intérieur du foyer, ou la chambre de combustion, soit disposé de façon à produire la plus haute température possible.

Supposons que, dans un foyer de locomotive dont le tirage est très actif et où la combustion est très rapide, on projette une pelletée de poussier de charbon ; on verra s'élever, à la sortie de la cheminée, un épais nuage de fumée, et cela indiquera que, sous l'influence du fort tirage, une partie seulement du combustible, celle qui est en contact avec l'air, a brûlé, tandis que la partie centrale a été entraînée sans brûler. Le combustible a été mal utilisé.

Si, de même, nous faisons brûler de la benzine dans un vase bien rempli, celle-ci brûle incomplètement en dégageant une épaisse fumée noire, provenant de ce que l'air n'a pas pénétré dans le liquide. L'air ayant d'ailleurs plus d'affinité pour l'hydrogène que pour le carbone, celui-ci se dépose sous forme de noir de fumée.

Pour arriver à trouver la façon pratique et économique d'admettre l'oxygène de l'air au sein de la masse liquide, il faut se rendre compte des phénomènes qui se produisent au point de vue physique et au point de vue chimique.

*Chambres de combustion.* — Après une étude méthodique de ces phénomènes, M. Tweddle conclut que, pour retirer les meilleurs résultats d'un combustible liquide, il faut le faire brûler dans une chambre limitée, de façon à obtenir la plus haute température possible; cette chambre doit être revêtue intérieurement de matériaux réfractaires qui, étant mauvais conducteurs de la chaleur, deviennent incandescents; et tous les gaz ainsi que l'air doivent passer dans ce foyer incandescent.

Quoique ce revêtement du foyer soit nécessaire avec tous les combustibles, il l'est surtout quand il s'agit d'un combustible liquide. L'expérience démontre que non seulement on obtient ainsi un accroissement sensible de la vaporisation, mais que l'on réalise aussi une réelle économie de combustible. L'auteur ajoute que si l'huile est injectée avec un jet de vapeur, les résultats obtenus sont meilleurs que quand on emploie l'air comme agent de pulvérisation et que, dans ces conditions, l'huile donne une flamme beaucoup plus douce et convenant mieux aux foyers plats. Au contraire, quand il s'agit des forges, des fours à réchauffer le fer et, en général, des foyers métallurgiques, l'injection au moyen de l'air est préférable.

Quant à indiquer exactement les combinaisons chimiques qui sont réalisées dans ces sortes de foyers, on ne peut guère que faire des suppositions. Théoriquement, le carbone se transforme en acide carbonique et l'hydrogène en vapeur d'eau. Dans les expériences entreprises par M. Tweddle sur les effets de vaporisation obtenus au moyen de divers combustibles, on pesait non seulement le combustible, mais aussi la vapeur, complètement débarrassée de l'eau entraînée mécaniquement, qui était condensée et pesée à part; la quantité d'air admise était mesurée aussi exactement que possible et toutes les causes d'erreurs éliminées. Dans ces conditions, on pouvait s'attendre à des résultats très exacts ; mais, en maintes occasions et particulièrement quand on employait la vapeur comme agent de pulvérisation et qu'on travaillait avec tirage forcé, on obtenait des résultats surprenants : l'effet de vaporisation était supérieur à celui que fournissait la théorie. Tout d'abord on crut à des erreurs de pesées, mais il n'en était rien, et l'auteur remarqua que ces mêmes résultats se reproduisaient toujours quand le foyer était plus incandescent que d'habitude et que la chambre de combustion était presque libre de flammes. Ceci le conduisit à penser que, dans le cas de combustion sans flamme, de nouvelles combinaisons chimiques devaient se produire à ces très hautes températures. On sait qu'un atome de carbone se combine avec un atome d'oxygène pour former de l'oxyde de carbone et que, si l'oxyde de carbone est de nouveau oxydé, le nombre des calories dégagées augmente. L'auteur en conclut qu'une nouvelle suroxydation pourrait bien se produire et donner naissance à $CO^3$ et, par suite, à une nouvelle augmentation de calories. On pourrait même poursuivre cette théorie, en admettant d'autres combinaisons supérieures, se produisant à ces hautes températures où les combinaisons chimiques sont encore imparfaitement connues.

L'auteur convient que sa théorie est peut-être un peu risquée, mais il ne la donne que comme une explication possible et désire, de cette façon, attirer l'attention sur ce fait : que plus les températures des chambres de combustion sont élevées, plus l'économie réalisée dans l'emploi des combustibles paraît importante.

*Application du combustible liquide dans les chemins de fer.* — En 1890, l'auteur introduisit l'emploi du pétrole comme combustible sur le chemin de fer d'Oroya au Pérou, où les conditions d'exploitation étaient particulièrement difficiles. Ce chemin de fer part du niveau de la mer, à Callao, et traverse les Andes à une altitude de plus de 4 250 mètres sur une longueur totale d'environ 160 kilom. C'est le 30 avril 1890 que le premier train régulier de voyageurs fut conduit par une locomotive à combustible liquide, qui atteignit, à l'heure fixée, Verrugas, à 1 763 mètres au-dessus du niveau de la mer.

En septembre l'adoption du combustible liquide ayant été définitivement résolue, une machine à pétrole fit le service concurremment avec une autre brûlant du charbon. Les essais durèrent cinq mois et furent exécutés avec les deux machines dans des conditions identiques. Ces machines, l'une à charbon, n° 1, et l'autre à pétrole, n° 15, sont du type Mogol, de l'Ingénieur américain Roger. Les roues motrices ont 1m 19 de diamètre ; les cylindres mesurent 0m 457 × 0m 610. Le poids total de chacune d'elles est de 38 tonnes et celui du tender de 28 tonnes.

La disposition intérieure du foyer est indiquée sur les figures 2 et 3. Aucun changement n'a été apporté dans le foyer proprement dit ; quelques additions seulement ont été faites au cendrier ordinaire. Ainsi qu'on le voit sur la figure 2, la partie arrière du cendrier est entièrement fermée ; il existe une porte à l'avant donnant une ouverture de 0m²1848 de surface ; enfin la face supérieure est formée d'une tôle zz (fig. 3) comportant une ouverture de 0m 50 sur 0m 25. C'est par cette ouverture que pénètre l'air lorsque l'on ouvre la porte d'avant. Au-dessus de la partie pleine de la tôle est une murette en briques destinée à recevoir l'huile vaporisée dans le foyer.

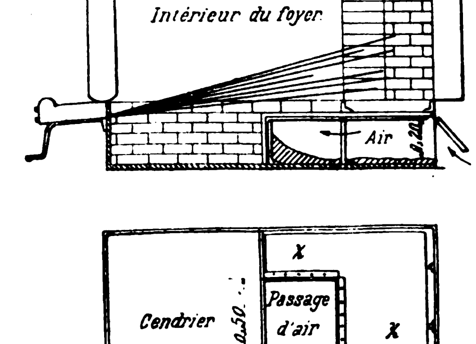


Fig. 2 et 3. — Coupes verticale et horizontale du foyer de la locomotive à pétrole.

Le brûleur (fig. 2) est représenté à plus grande échelle par les figures 4, 5 et 6 ; il comporte (fig. 4) un raccord latéral *g* destiné à recevoir le tuyau amenant l'huile, et un autre *h* pour le conduit de vapeur. Les diamètres de ces raccords sont respectivement de 0m 030 et 0m 012. La coupe du brûleur (fig. 5) montre le passage de l'huile en *e*, *e*, *e* et celui de la vapeur en *d*, *d*, *d*. La figure 6 représente l'avant du brûleur. L'huile arrivant par le conduit *e* tombe directement dans la vapeur qui sort par une fente étroite située à l'extrémité du conduit *d*, et se pulvérise.

Les briques tapissant l'intérieur du foyer font de celui-ci une sorte de cornue dans laquelle l'air et l'huile vaporisée se mélangent dans

MACHINES À TRIPLE EXPANSION DU CRO

Ti

**Fig. 1.** Coupe horizontale

*Échelle de 0m002 pr me*

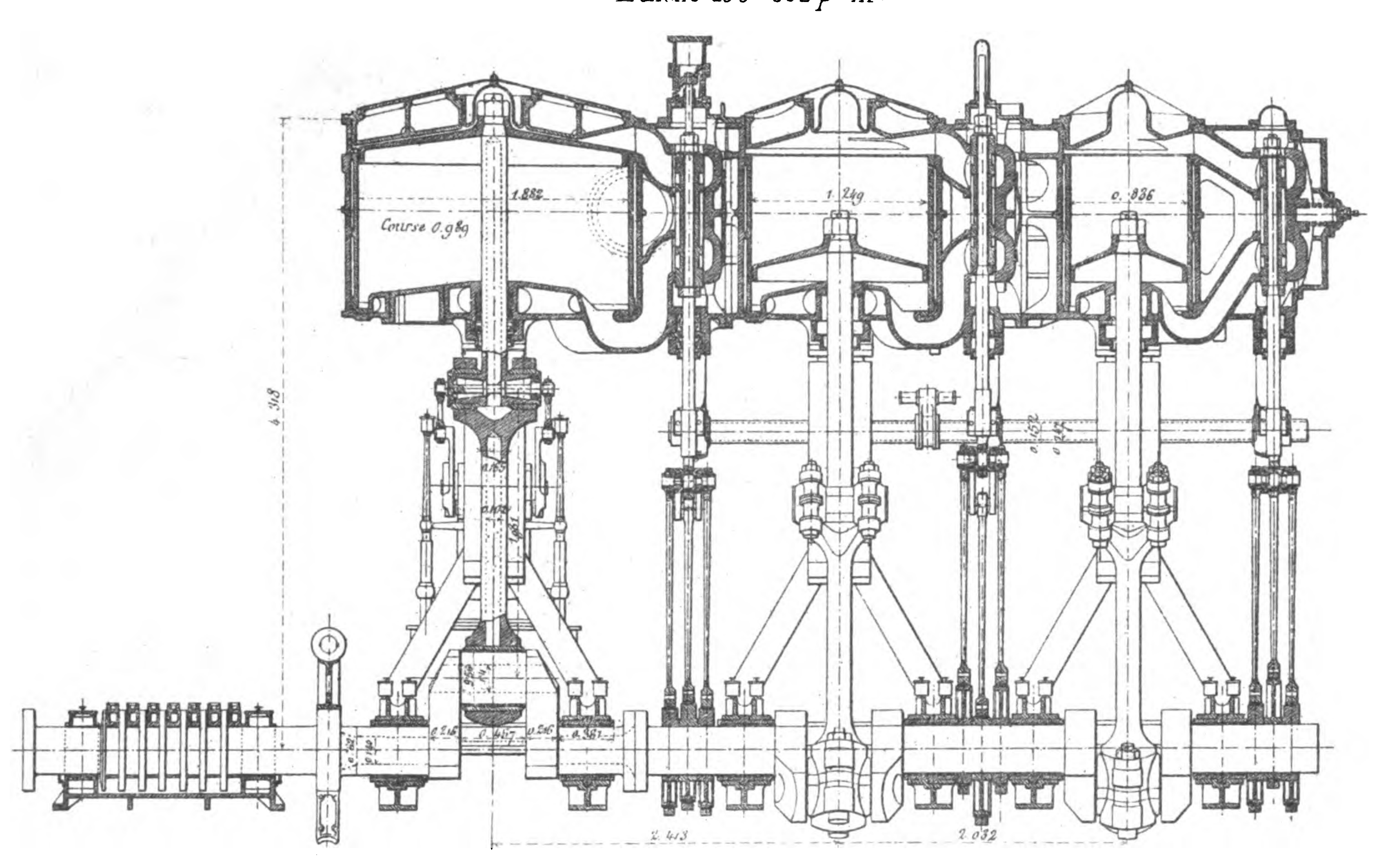



Fig.

**Fig. 2.** Vue de l'arrière

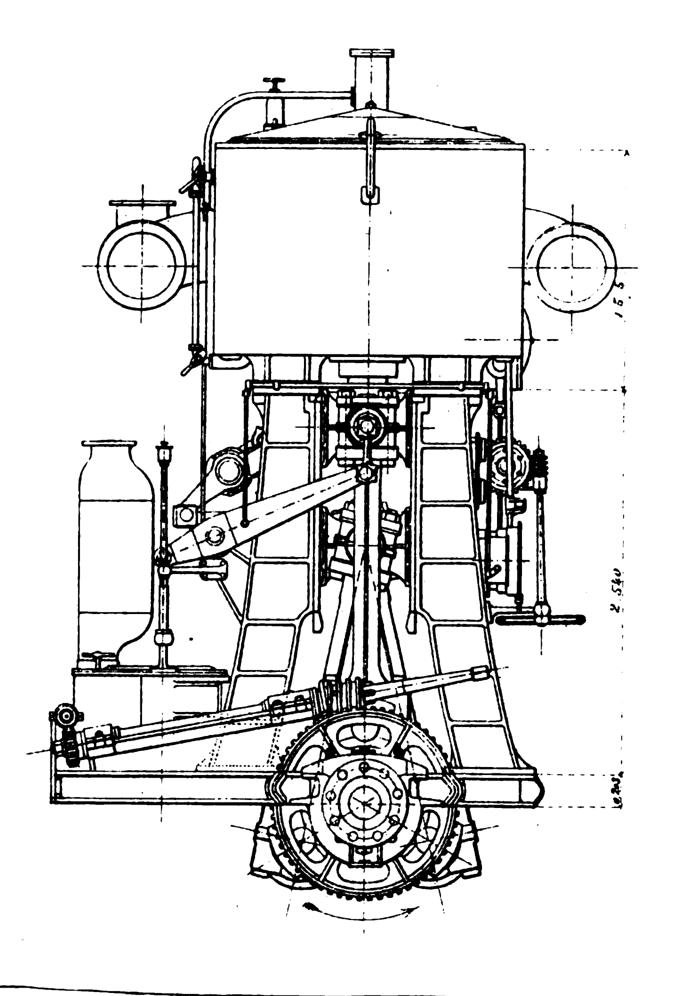



**Fig. 3.** Vue de l'avant

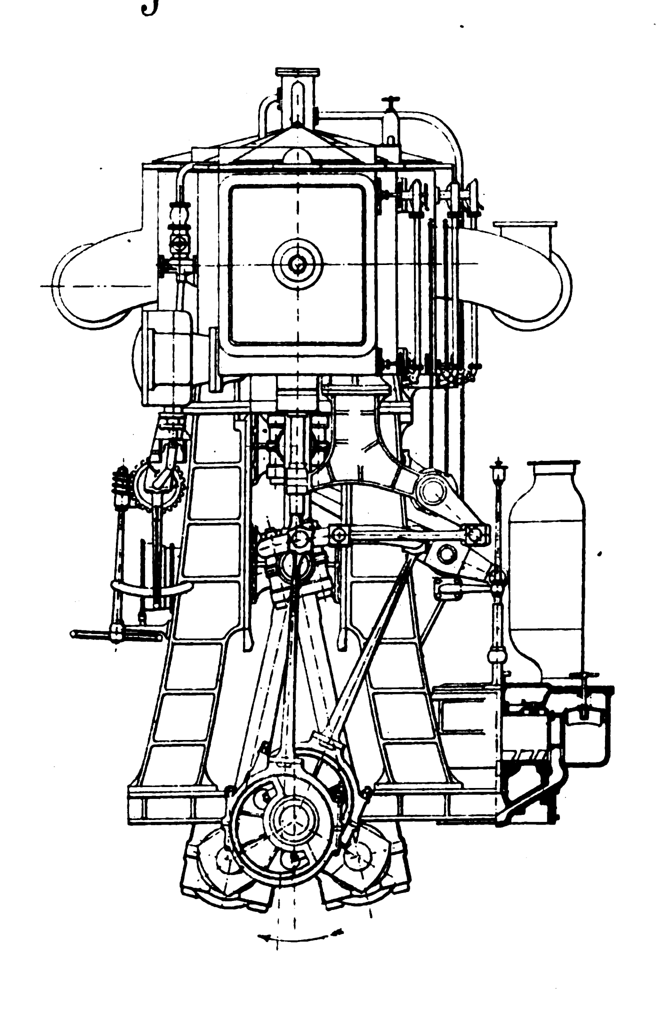
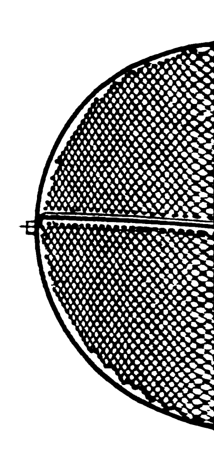


**Fig. 11**

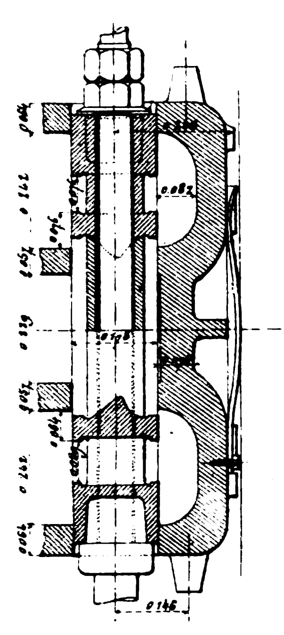
Coupe transve



# ISEUR HOLLANDAIS LE « NOORD BRABANT »

**Fig. 4 et 5.**
oir Martin et Andrews

**Fig. 4.** Coupe longitudinale



Coupe horizontale.

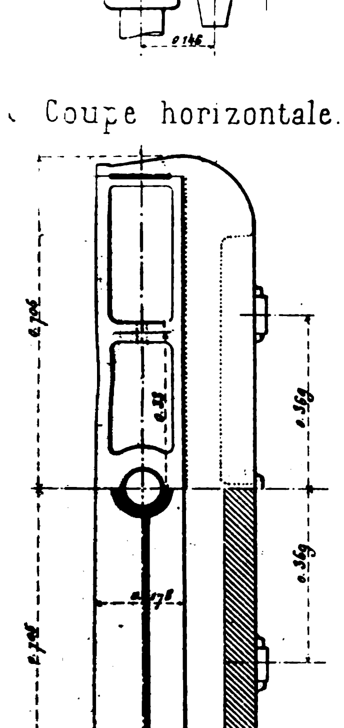


**Fig. 6 et 7.**
Valve Martin et Andrews.

**Fig. 6.** Coupe par l'axe de la tige de manœuvre.

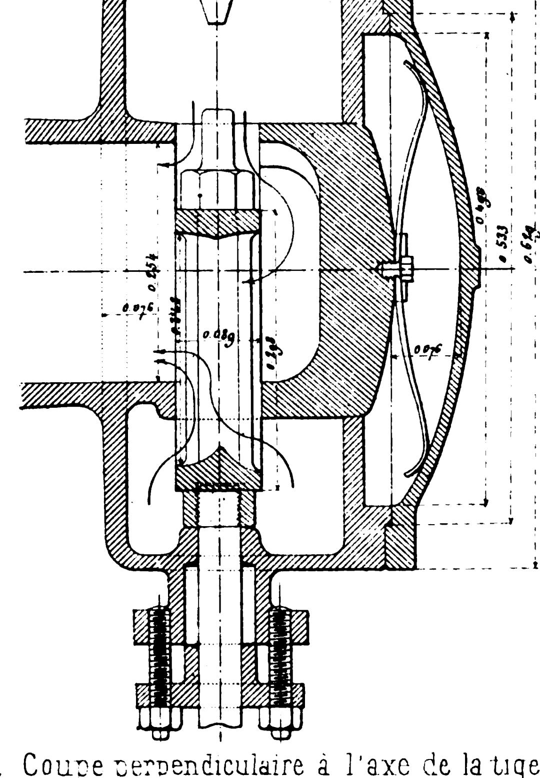


**Fig. 7.** Coupe perpendiculaire à l'axe de la tige

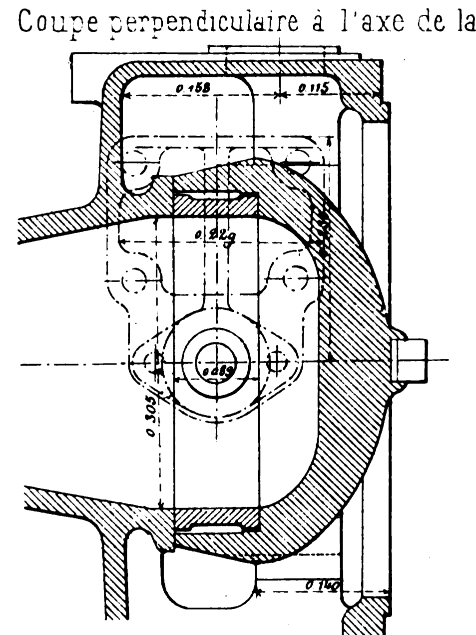


**Fig. 8.** Piston auxiliaire système Joy.
(Conduite du tiroir B.P.)

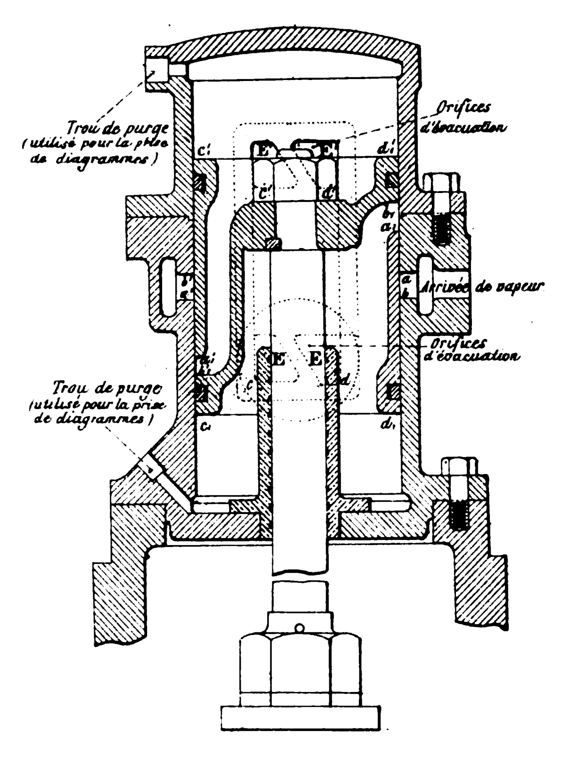



**Fig. 9.** Pompe à air, système Edwards.

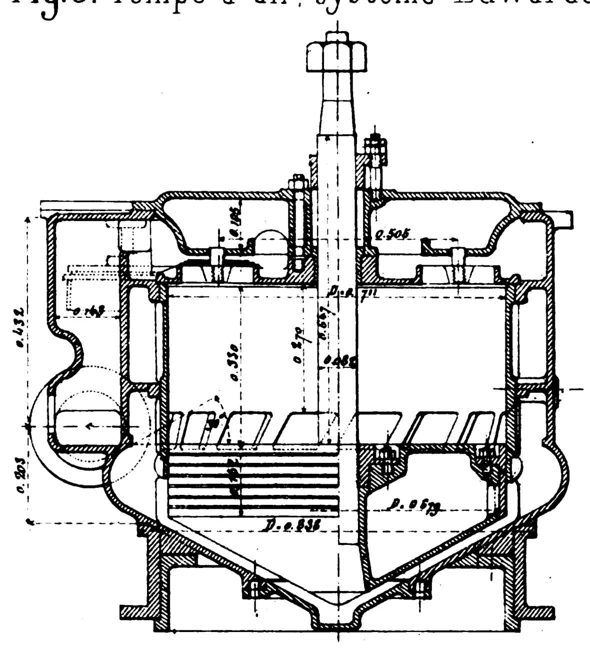


**Fig. 10, 11 et 12.** Condenseur.

**Fig. 10.**
Coupe longitudinale

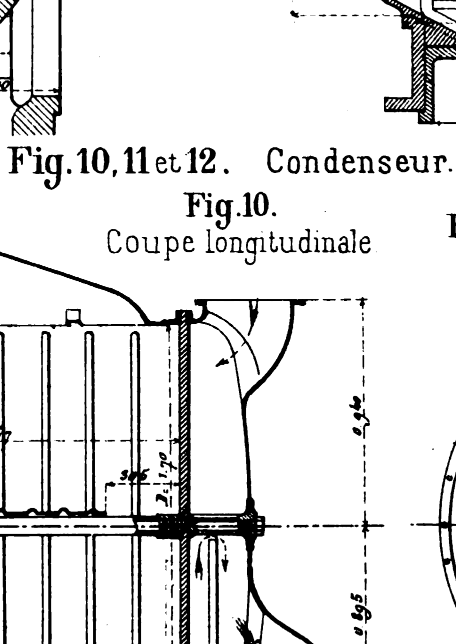
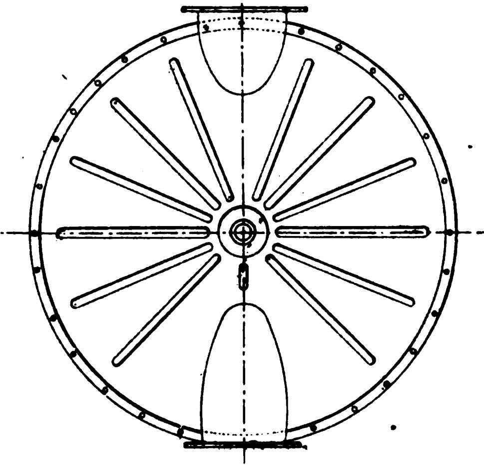



**Fig. 12.** Vue en plan d'une coquille.



(7163.) Imp. A. Gentil, 188, fg St Denis Paris.

les proportions convenables. La distribution d'air est réglée par le registre placé à l'avant du cendrier, et celle de l'huile l'est au moyen d'une valve à la portée du mécanicien. Quant à la vapeur, on n'en règle pas le débit, si ce n'est quand la machine doit rester inactive pendant un certain temps de stationnement.

Les trous *k* et *m*, pratiqués à l'arrière du brûleur (fig. 5), sont fermés avec des bouchons à vis. Il suffit de dévisser ces bouchons pour nettoyer sur place les brûleurs. Cette opération est toutefois rarement nécessaire.

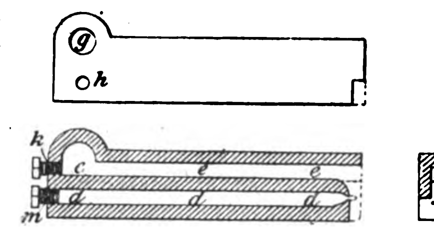


Fig. 4, 5 et 6. — Élévation, coupe longitudinale et coupe transversale en bout du brûleur.

Le brûleur est fondu d'une seule pièce, il coûte environ 60 francs. Sa longueur est arbitraire, sa largeur est telle qu'on puisse y introduire la quantité de combustible nécessaire. Dans les expériences entreprises sur l'Oroya Railroad, le passage d'huile mesurait 0m 076 de largeur, tandis que la section du conduit de vapeur était de 0m 083 sur 0m 0006.

Le train régulier servant aux expériences comprenait 5 voitures d'un poids moyen de 18 tonnes. Son poids total était de 118 tonnes. Quelques trains comprirent 8 à 10 wagons jusqu'à Chosica, où commence la rampe de 0m 03 et 0m 04 par mètre. Jusqu'à Verrugas, les rampes et les distances parcourues étaient les suivantes :

| Stations. | Distances de Callao. | Altitudes. | Rampes moyennes. |
|---|---|---|---|
| — | — | — | — |
| | kilom. | mètres. | mètres. |
| Callao . . . . . . . . | » | » | » |
| Lima . . . . . . . . . | 13 676 | 136,20 | 0,01 |
| Santa-Clara . . . . . . | 29 374 | 397 | 0,019 |
| Chosica . . . . . . . | 53 900 | 861 | 0,020 |
| San-Bartoleme . . . . | 75 100 | 1 495 | 0,0295 |
| Verrugas-Bridge . . . | 83 500 | 1 775 | 0,037 |

Entre Chosica et San-Bartoleme, on rencontre une rampe de 0m 042 avec une courbe de 274 mètres de rayon sur une longueur d'environ 3 kilomètres. Avant San-Bartoleme, la rampe est de 0m 039 avec une courbe de 113 mètres de rayon. Quant à l'effort développé, il exigeait une pression de vapeur de 9kg 80 à 9kg 45. Le mécanicien maintenait constamment la pression de 9kg 8 et, quoique la soupape de sûreté permît d'atteindre 9kg 90, le feu fut si bien conduit que la soupape fut rarement soulevée. Dans les rampes inférieures à 0m 03, aucune fumée ne sortait par la cheminée ; dans celles de 0m 04, une légère fumée apparaissait de temps en temps.

La consommation moyenne de charbon pendant un mois fut de 22kg 150 par train et par kilomètre ; la consommation d'huile combustible fut, dans les mêmes conditions, inférieure à 12 kilogr., c'est-à-dire près de moitié de celle du charbon, tandis que le rapport des puissances calorifiques des combustibles employés n'était que de 1 à 1,4. Ce résultat s'explique par la régularité d'alimentation du combustible à l'état liquide. Dans les tunnels, l'huile avait le grand avantage de ne pas produire de fumée, et l'on pouvait laisser les vitres ouvertes sans risquer de recevoir des escarbilles incandescentes.

Après six mois de marche, la machine n° 15 n'avait donné lieu à aucune fuite ni à aucune rupture. L'ouvrage en briques garnissant les parois du foyer peut durer six à huit mois.

De ces expériences, on a pu également conclure que l'altitude à franchir semble avoir une certaine influence sur la combustion ; mais, pour une même chaudière, la vaporisation est aussi abondante à 4 256 mètres qu'au niveau de la mer.

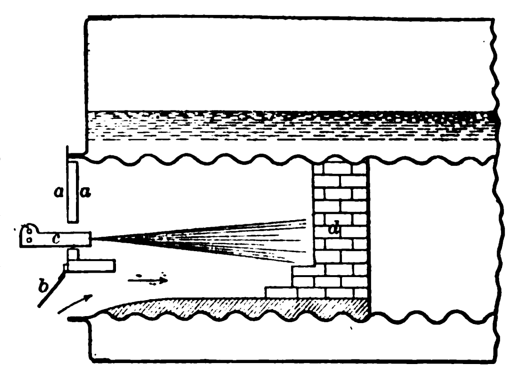


Fig. 7. — Foyer de chaudière chauffée au pétrole.

Le type de foyer employé sur la locomotive en expérience convient aussi pour les chaudières fixes tubulaires, mais pour celles du type de Cornouailles, du Lancashire et pour les chaudières marines, où les carneaux sont très étroits, l'auteur indique la disposition représentée par la figure 7 et qui a donné, en pratique, d'excellents résultats.

La porte ordinaire du foyer est enlevée et remplacée par une double tôle de fer *a*, *a* recouverte d'amiante. A la partie inférieure est monté un registre *b* ; le brûleur *c* est introduit dans une ouverture pratiquée au centre de *d*. Au-dessous est une sole en briques réfractaires, destinée à recueillir toute goutte d'huile et à la rejeter en avant ; elle sert en même temps de directrice à l'air entrant. Le pulvérisateur projette la vapeur et l'huile contre le pilier en briques *d*, livrant passage de chaque côté à la flamme qui se dirige dans les carneaux. Le passage doit toujours être assez large pour permettre à un homme de ramper tout autour sans qu'il soit nécessaire d'abattre le pilier. La distance entre le pilier *d* et le brûleur variera selon les conditions, la pression de vapeur et la qualité de l'huile, depuis 1m 20 jusqu'à 1m 60 ; la distance de 0m 76 est bonne pour commencer ; on la modifie ensuite jusqu'à ce que l'on arrive à trouver la distance convenable.

Plus on emploie la brique réfractaire dans le foyer, plus la flamme est uniforme et intense, et plus le bruit et les vibrations diminuent, quoiqu'ils ne puissent pas être tout à fait éliminés. Le bruit est même une des objections formulées contre le combustible liquide ; dans certaines chaufferies la vibration est si forte que les parois en fer des soutes à charbon vides sont soumises à une trépidation continuelle ; mais on peut arriver à l'amoindrir beaucoup par un ajustage convenable du foyer.

*Puissance de vaporisation des chaudières à pétrole.* — Des essais de chauffage au pétrole ont été exécutés, en 1896, sur des générateurs à foyer amovible, par la Société des Établissements Weyher et Richemond. Le pétrole de provenance américaine était brûlé dans un foyer intérieur cylindrique garni d'une enveloppe en briques réfractaires. La vaporisation a été de 12kg 5 d'eau par kilogramme de pétrole.

La station de force motrice des tramways électriques de Los Angeles (Californie) contient une machine de 1 200 chevaux, une de 800, deux de 600 et une de 250. Le combustible employé est le pétrole brut. La vaporisation est de 12kg 89 par kilogramme de pétrole (1).

Dans les expériences entreprises sur l'Haliotis, vapeur transportant le pétrole de Bornéo, la machine de ce vapeur est alimentée par deux chaudières timbrées à 7 kilogr., dont les foyers permettent à volonté l'emploi du charbon ou du pétrole. A la vitesse de 10 nœuds, on a brûlé 1 030 grammes de charbon de Newcastle par cheval et par heure, et seulement 758 grammes d'huile (2).

Enfin, nous rappellerons que les générateurs de la dernière Exposition de Chicago étaient uniquement chauffés avec de l'huile minérale. La production de vapeur à la pression de 8kg 9 par centimètre carré était de 147 130 kilogr., avec une consommation de 10 325 kilogr. d'huile, ce qui donne une vaporisation de 14kg 25 par kilogramme de combustible liquide, au lieu de 7 kilogr. de vapeur par kilogramme de charbon.

H. Guérin,
*Ingénieur des Arts et Manufactures,*
*Inspecteur des services de l'Éclairage et du Chauffage au Chemin de fer du Nord.*

(*A suivre.*)

---

# MÉCANIQUE

## ABAQUES POUR LE MONTAGE des lignes électriques aériennes.

Dans la pratique de son art, l'Ingénieur a souvent à faire de nombreuses applications d'une même formule ; si celle-ci est quelque peu complexe, il s'ensuit de longs et fastidieux calculs où l'erreur peut se glisser. La théorie des abaques de M. d'Ocagne, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui a été présentée à diverses reprises dans le *Génie Civil* (3) et qui a trouvé une extension si féconde dans son *Traité de Nomographie* (4) procure, grâce au simple tracé de tableaux graphiques, économie de temps et de travail.

Il nous a paru intéressant de faire l'application de ces théories au cas du montage d'une ligne électrique aérienne.

La flèche du conducteur est la seule donnée pratique qui puisse et doive être indiquée au monteur ; sa valeur doit être telle que la tension correspondante ne dépasse jamais la tension limite admise prise, en général, égale au quart ou au cinquième de la charge de rupture.

La flèche $f$ d'un conducteur supporté par deux appuis est donnée en fonction de la portée $a$ et de la tension T ($p$ étant le poids de l'unité de longueur du conducteur de 1 millimètre carré de section, pour le cuivre $p = 0{,}0089$), par :

$$f = \frac{a^2 p}{8T}.$$

L'abaque [1] (tableau I), à échelles parallèles (5), donne les différentes flèches de 0m 10 à 1m 50 pour des portées variant de 10 à 150 mètres

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 12, p. 195.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 8, p. 128.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 7, p. 112 et t. XXXV, n° 3, p. 41.
(4) Paris, Gauthier-Villars, 1900. — Voir le compte rendu de cet ouvrage dans le *Génie Civil* du 28 octobre 1899 (t. XXXV, n° 26, p. 425.
(5) *Traité de Nomographie*, ch. III, sect. II, A, p. 144.

et des tensions variant de 1 à 15 kilogrammes par millimètre carré de section.

Mais la tension, qui correspond à la flèche ainsi donnée au monteur à la température à laquelle se fait le montage, prend une valeur différente pour une valeur différente de la température et, par le froid, cette tension pourrait grandir au point d'amener la rupture du conducteur. Ce qu'il faut, en réalité, indiquer au monteur, c'est la flèche qui, à la température à laquelle se fait le montage, correspond à une certaine tension dont la valeur, changeant avec la température, ne saurait devenir, par les plus grands froids, supérieure à la tension limite préalablement fixée.

L'ensemble des abaques [1], [2], [3] (tableau I) permet de résoudre complètement ce problème.

La longueur $l$ du conducteur, connaissant la flèche et la portée, est donnée par :

$$l = a + \frac{8}{3}\frac{f^2}{a},$$

d'où :

$$l - a = \frac{8}{3}\frac{f^2}{a},$$

et, en remplaçant $f$ par sa valeur :

$$l - a = \frac{a^3p^2}{24\,T^2},$$

équation dont les différentes valeurs en fonction de $a$ et T sont données par l'abaque [2]. D'autre part, la variation de la longueur du conducteur pour une différence de température de $t°$ est donnée par :

$$\Delta l = l\omega t,$$

$\omega$ étant le coefficient de dilatation du cuivre, $\omega = 0{,}000\,016$.

Sans erreur sensible, on peut remplacer, dans cette dernière équation, $l$ par $a$ et écrire :

$$\Delta l = a\omega t.$$

L'abaque [3] donne $\Delta l$ en fonction de $a$ et $t$, en supposant que la température la plus basse qui puisse se produire soit de — 20°.

Soit à trouver à + 20° pour une portée de 80 mètres la flèche qui correspond, lorsque la température s'est abaissée à — 20°, à la tension limite que nous supposerons fixée, pour le cuivre employé, à 10 kilogr. par millimètre carré.

L'abaque [3] donne pour $t = 40°$ (de $\theta = -20°$ à $\theta = +20°$) et $a = 80^m$ :

$$\Delta l = 0^m051.$$

L'abaque [2] donne pour $T = 10^{kg}$ et $a = 80^m$ :

$$l - a = 0^m017.$$

Cette valeur de $l - a$ est celle correspondant à la température de — 20° ; à la température de + 20°, $l - a$ prend la nouvelle valeur :

$$0^m017 + 0^m051 = 0^m068.$$

La tension correspondante est donnée par l'abaque [2] :

pour $l - a = 0^m068$ et $a = 80^m$ : $T = 4^{kg}9$.

La flèche correspondante est donnée par l'abaque [1] :

pour $T = 4^{kg}9$ et $a = 80^m$ : $f = 1^m42$.

Des considérations autres que celles relatives à la température peuvent conduire à donner au montage une tension dans les conducteurs bien inférieure à celle que nous avons admise dans l'exemple précédent.

Ce cas se présente, en particulier, lorsque la ligne aérienne affecte, en projection horizontale, une ligne brisée. Afin d'éviter, aux sommets des angles, l'emploi de pylônes toujours dispendieux et qu'il n'est pas souvent possible d'édifier sur la voie publique, la flèche doit être augmentée au voisinage des poteaux d'angle. On réduit ainsi en ces points la tension du conducteur, et, par suite, les efforts que ces poteaux ont à supporter. Des ligatures d'arrêt faites sur les isolateurs des poteaux voisins permettent de modifier la valeur de la tension sur les portées correspondantes.

Cette remarque est également applicable à l'arrêt d'une ligne aérienne sur un poteau terminus.

Comme exemple, nous donnons dans le tableau II les conditions de montage d'une ligne aérienne, dont la section de cuivre serait de 200 millimètres carrés.

Les poteaux employés seront de deux types, capables de résister respectivement à des efforts de traction de 300 et 500 kilogr. exercés à leur sommet. La ligne est supposée tendue entre deux poteaux terminus A et K, et présente un sommet d'angle ($\alpha = 120°$) au poteau G ; par suite de nécessités locales, traversées de route, entrées à ménager dans les propriétés riveraines, les portées varient de 10 mètres à 50 mètres.

Afin de faciliter le montage et d'équilibrer sur les poteaux les efforts dus au poids du conducteur, la ligne sera faite de deux câbles de 100 millimètres carrés de section, montés symétriquement, de façon à faire passer par l'axe des poteaux la résultante des actions de la pesanteur.

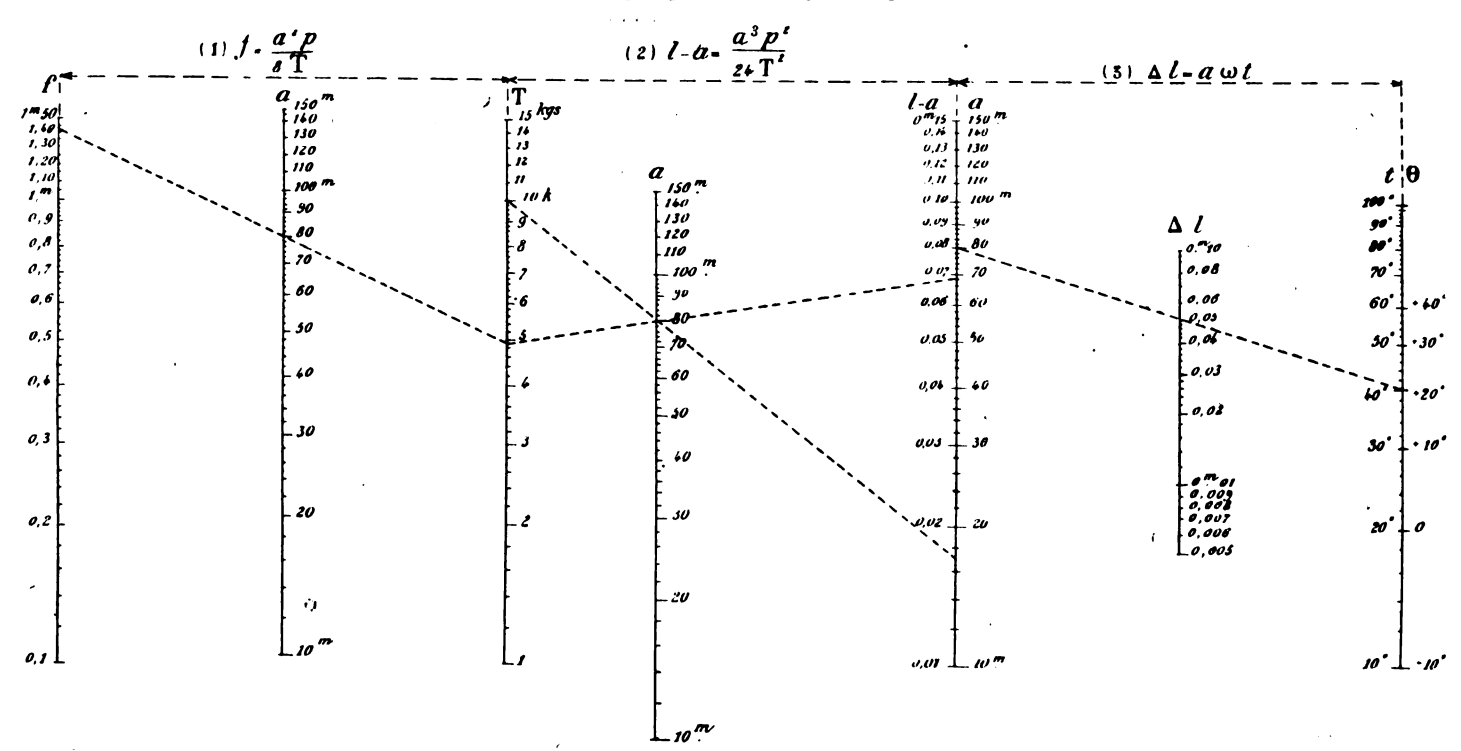
La condition de résistance au flambage des poteaux est toujours réalisée dans la pratique.

Nous supposerons que la température, au moment du montage, est de + 10°.

Les abaques du tableau I, permettent de trouver les tensions et les flèches à donner lors du montage, pour satisfaire aux conditions de résistance des poteaux. Il y a lieu de remarquer que ces abaques peuvent encore servir dans le cas de faibles tensions et de faibles portées ; il faut seulement supposer que les échelles correspondent à des grandeurs dix fois plus petites. Par suite de la petitesse des tensions à donner au cours du montage, la rupture des conducteurs, sous l'effet d'un abaissement de température, ne sera pas à craindre, aussi la recherche de ce que deviennent ces tensions à — 20°, n'est à faire que pour les portées aboutissant soit à un poteau d'angle, soit à un poteau terminus, afin d'être assuré que les efforts exercés sur ces poteaux ne dépassent pas ceux prévus pour la résistance de ces pièces.

Le tableau II montre que, pour ne pas dépasser à — 20°, une tension totale de 500 kilogr., il faut donner, à + 10°, une tension qui doit être seulement de 2 kilogr. par millimètre carré.

Tableau I. — *Abaques pour le montage des lignes aériennes.*



Sur les portées aboutissant au poteau d'angle G, cette tension est encore abaissée, afin de permettre en ce point l'emploi d'un poteau de résistance 300 kilogrammes.

La force R, qui s'exerce au sommet de ce poteau, est la résultante des tensions égales des conducteurs sur chaque portée voisine :

$$R = 2T \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Or, R ne saurait dépasser 300 kilogr. à — 20°; donc la valeur correspondante de T à cette température sera :

$$T = \frac{300}{2 \cos 60^\circ} = 300 \text{ kilogrammes.}$$

à résister, à + 10°, à un effort de traction de 400 — 140 = 260 kilogr. seront pris du type de résistance 300 kilogr. Il est à remarquer qu'à — 20° l'effort de traction sur ces poteaux aura diminué et ne sera plus que de 500 — 300 = 200 kilogrammes.

Les poteaux A et K devant résister, à la température de — 20°, à des efforts de traction qui atteignent 500 kilogr. seront pris du type de résistance 500 kilogrammes.

Les poteaux BCDE sur lesquels les tensions s'équilibrent seront pris du type de résistance 300 kilogrammes.

Les poteaux A et K pourraient être pris du type de résistance 300 kilogr. à condition d'arrêter en partie la tension du conducteur sur le poteau B, comme il a été fait pour le poteau F, et de donner sur les portées AB et HK les flèches correspondant à — 20° à une tension

TABLEAU II

*Tableau des principales données du montage d'une ligne électrique aérienne de 200 millimètres carrés de section.*

| | A–B | B–C | C–D | D–E | E–F | F–G | G–H | H–K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ortée | 40m00 | 50m00 | 20m00 | 30m00 | 40m00 | 10m | 10m | 40m00 |
| Tension totale à — 20° . . . Kg. | 500 | » | » | » | 500 | 300 | 300 | 500 |
| Tension par millim.² à — 20°. Kg. | 2,5 | » | » | » | 2,5 | 1,5 | 1,5 | 2,5 |
| Valeur de $l-a$ à — 20°. . . M. | 0,034 | » | » | » | 0,034 | 0,0015 | 0,0015 | 0,034 |
| Valeur de $\Delta l$ pour $\theta = +10°$. M. | 0,019 | » | » | » | 0,019 | 0,005 | 0,005 | 0,019 |
| Valeur de $l-a$ à + 10°. . . M. | 0,053 | » | » | » | 0,053 | 0,0065 | 0,0065 | 0,053 |
| Tension par millim.² à + 10°. Kg. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,70 | 0,70 | 2 |
| Tension totale à + 10° . . . Kg. | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 140 | 140 | 400 |
| Flèche à + 10° . . . . . . . M. | 0,88 | 1,35 | 0,22 | 0,50 | 0,88 | 0,15 | 0,15 | 0,88 |

Le même tableau montre que, pour satisfaire à ces conditions de résistance, la tension au montage ne doit pas dépasser, pour ces portées, 0kg 70 par millimètre carré. Des ligatures d'arrêt seront faites sur les isolateurs des poteaux F et H, la tension de chaque côté de ces poteaux ne devant pas avoir la même valeur. Ces poteaux F et H ayant totale de 300 kilogr.; mais l'obligation de maintenir au-dessus des voies publiques le conducteur à un certain minimum de hauteur, pourrait, dans un semblable cas, faire rejeter cette solution.

Édouard Liégeois,
*Ingénieur civil des Mines.*

## EXPOSITION DE 1900

### PASSERELLE EN BÉTON ARMÉ

**reliant le pavillon de Madagascar au Trocadéro.**

On a procédé, dans la nuit du 4 au 5 mai, aux essais de la passerelle en béton armé qui relie au Palais du Trocadéro l'exposition de Madagascar établie, comme on sait [1], dans un pavillon édifié sur le bassin circulaire qui occupe le centre de la place du Trocadéro. Ces essais ayant été entièrement satisfaisants, la passerelle a été dès le lendemain livrée à la circulation.

Cette passerelle (fig. 1, 2 et 3), construite en béton armé, par la

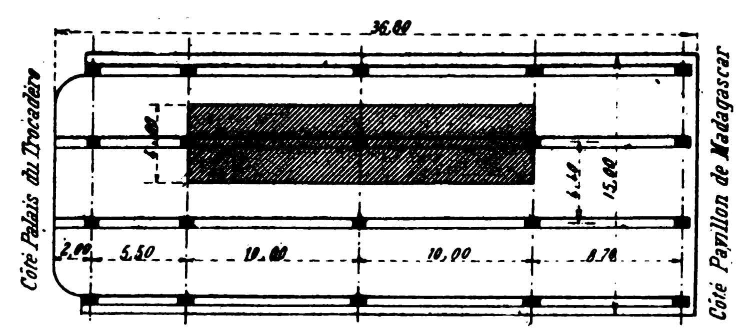



Fig. 1. — Plan schématique des poutres principales de la passerelle.
(La partie hachurée représente la partie chargée pendant les essais.)

maison Dumesnil, suivant le système Hennebique, a 36m 80 de longueur et 15 mètres de largeur.

Elle est constituée, longitudinalement, par deux travées centrales de 10 mètres de portée et deux travées d'extrémité ayant, l'une 8m 70 de portée, et l'autre 5m 50 de portée, se continuant, vers le Palais du Trocadéro, par un encorbellement de 2 mètres (fig. 8 et 9). Transversalement, elle se compose de trois travées de 4m 40 avec encorbellements de 0m 70 de chaque côté.

Le tablier est porté par 19 poteaux mesurant 0m 40 × 0m 40 de section et 5m 80 de hauteur sous poutres, armés chacun de quatre barres en fer rond de 30 millimètres de diamètre reliées, tous les 0m 50 de hauteur, au moyen de séries d'entretoises en fers plats.

Les poteaux transmettent la charge qu'ils ont à supporter sur les puits de fondation au moyen de semelles armées (fig. 4, 5, 6 et 7) dont la surface d'appui sur le sol est de 0m 80 × 0m 80 pour les poteaux des poutres de rive (fig. 6 et 7) et de 0m 70 × 0m 70 pour ceux des poutres intermédiaires (fig. 4 et 5). Ils sont reliés à leur partie supérieure, dans le sens longitudinal, par des poutres principales ayant une section de 0m 40 × 0m 60 et armées chacune par 12 fers de 35 millimètres de diamètre.

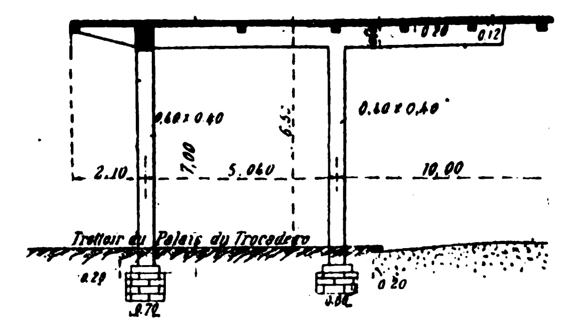



Fig. 2. — Coupe verticale longitudinale de la passerelle.

Les poutres principales sont reliées transversalement au moyen de poutrelles de 0m 20 × 0m 20, armées chacune par 6 fers de 20 millimètres de diamètre. Ces poutres principales et poutrelles supportent le hourdis général formant plancher, qui mesure 0m 12 d'épaisseur et est armé dans les deux sens au moyen de petits fers de 11 millimètres de diamètre.

La passerelle a été calculée pour résister à une charge d'épreuves de 1 000 kilogr. par mètre carré.

Les essais ont eu lieu, comme nous l'avons dit, dans la nuit du 4 au 5 mai, sous la direction de M. J. Résal, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef du Service de revision des constructions de l'Exposition. Ils ont consisté dans le chargement de deux travées centrales consécutives, c'est-à-dire de deux des travées ayant la plus grande portée, avec des sacs de sable, de façon à réaliser une

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, pl. 26.

surcharge d'environ 1 000 kilogr. par mètre carré de surface. Cette surcharge a été laissée en observation pendant six heures et, à ce moment, la plus grande flèche constatée a été de 0m 00225 au milieu de 0m 0005 aux points d'appuis d'extrémité et de 0m 001 au point d'appui du milieu, d'où il résulte que les poutres soumises aux essais n'ont conservé aucune flexion permanente.

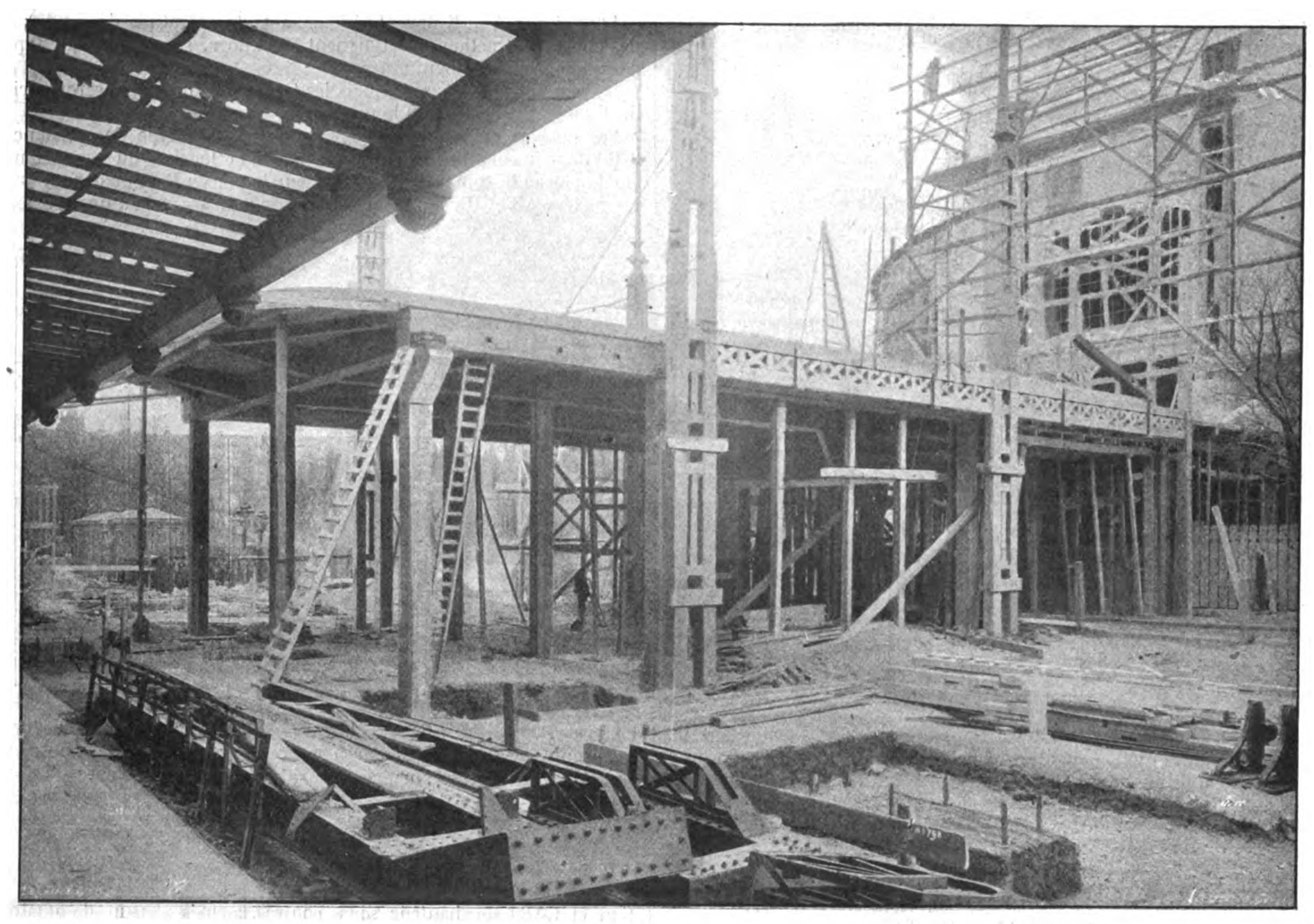


FIG. 3. — Vue générale de la passerelle reliant l'Exposition de Madagascar au Trocadéro.

de l'une des travées, 0m 0025 au milieu de l'autre, 0m 001 aux points d'appuis d'extrémité et 0m 0015 au point d'appui du milieu.

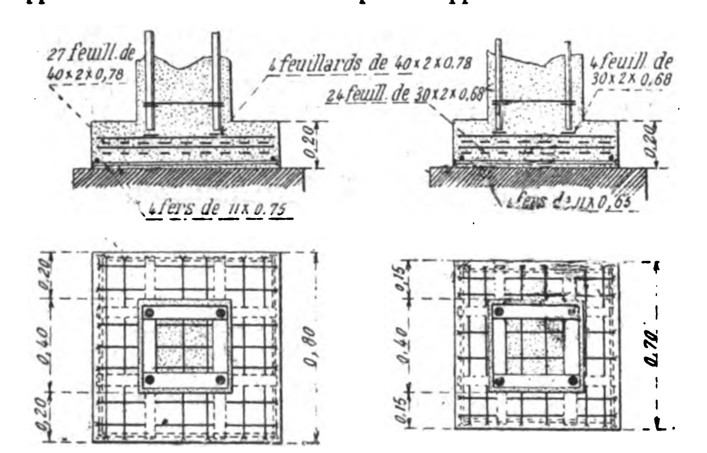


FIG. 4 et 5. — Semelles des poteaux des poutres intermédiaires.

FIG. 6 et 7. — Semelles des poteaux des poutres de rive.

L'examen du plafond et des piliers n'a d'ailleurs révélé alors aucune fissure ni aucune trace de désagrégation.

La déformation observée après enlèvement de la charge a été d'environ 0m 001 sur le milieu de chaque travée soumise aux expériences,

L'essai des travées des extrémités a naturellement été jugé inutile puisque ces travées, quoique exactement composées de la même ma-

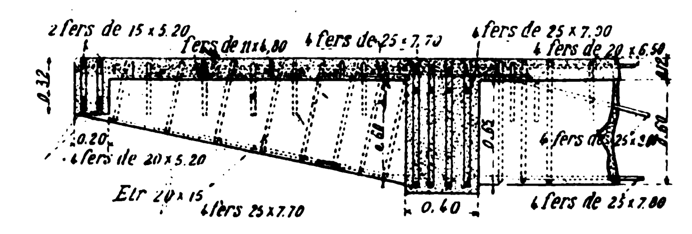


FIG. 8. — Coupe de l'encorbellement entre les poutres intermédiaires.

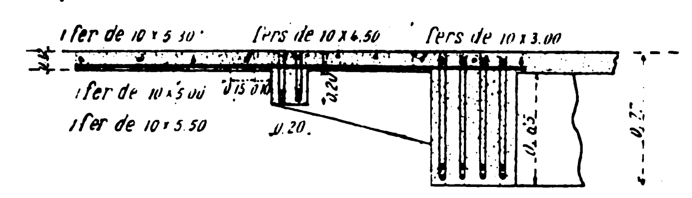


FIG. 9. — Coupe de l'encorbellement en dehors des poutres intermédiaires.

nière que celles soumises aux expériences, ont une portée beaucoup moindre, 8m 70 et 5m 50 au lieu de 10 mètres.

Ch. DANTIN.

## VARIÉTÉS

### Le bateau-phare du cap Hatteras.

Le cap Hatteras est un des points les plus dangereux pour la navigation sur la côte de l'Atlantique aux Etats-Unis. Il forme la pointe la plus avancée de la Caroline du Nord, au sud de la baie de Delaware. La marée y produit des courants d'une grande violence, et sous l'effet des brises chaudes du golfe et des vents froids venant de terre, se produisent de fréquentes tempêtes qui sont un danger constant pour la navigation. Les sinistres y sont d'autant plus nombreux que les navires cherchent le plus souvent, en se rapprochant de la terre, à éviter le gulf-stream qui se fait sentir à vingt milles à partir de la côte.

Un phare a été élevé à environ un mille et quart du rivage ; sa hauteur est de 60 mètres au-dessus de l'eau. Quelques milles plus au

large sont de dangereux bancs de sable sur lesquels on a cherché déjà, à plusieurs reprises, à disposer un feu. Il y a une dizaine d'années, des travaux avaient été entrepris pour y élever un phare ; les fondations ont été détruites par la mer et on a pensé qu'il serait plus pratique de mouiller un bateau-feu sur le banc. Chassé de son mouillage pendant une tempête, le premier bateau-phare sera prochainement remplacé par un autre d'un type nouveau, actuellement en achèvement aux chantiers de construction de Massachusetts.

Le nouveau bateau-phare sera à moteur à vapeur et à éclairage électrique. Sa longueur entre perpendiculaires est de 34m 14 ; la largeur de 8m 68 ; le creux aux barrots du pont principal est de 4m 53. Au-dessus du pont principal est un spardeck, continu, ainsi que le pont principal lui-même, de l'avant à l'arrière. Le faux pont est interrompu depuis la cloison avant de la soute à charbon jusqu'à l'arrière du compartiment de la machine.

Des cloisons étanches divisent la coque en 5 compartiments distincts. L'équipage est logé à l'avant, sur le pont principal. Plus sur l'arrière, sont les soutes à charbon, la chaufferie, le compartiment de la machine motrice. Au-dessus de ce compartiment, sur le pont principal, sont les machines électriques.

La vapeur est fournie par deux chaudières cylindriques, à flamme directe, timbrées à 7 kilogr. La machine motrice, de 250 chevaux, est à un seul cylindre de 0m 586 de diamètre avec une course de 0m 561 pour le piston. L'hélice, en fonte, a un diamètre de 2m 21.

L'installation électrique comprend deux machines à deux cylindres, introduisant à une pression de 5kg 600, qui actionnent chacune une dynamo. L'éclairage intérieur est donné par 80 lampes de 16 bougies. Deux mâts en acier, creux, à l'intérieur desquels sont disposés les conducteurs, portent à leurs extrémités chacun trois lampes de 100 bougies. Les éclats sont donnés automatiquement par un tambour fermant ou rompant le circuit, et qui est actionné par un système de roue dentée et vis sans fin commandé par la dynamo, par l'intermédiaire d'une courroie.

Les feux sont à une hauteur de 18 mètres au-dessus de la flottaison. Des lampes à huile sont prévues pour le cas d'avaries dans les appareils électriques.

Le bateau-phare est muni d'un treuil à vapeur, d'un corps mort pour son poste de mouillage, d'une ancre de 900 kilogr. pour le mouillage dans les ports, d'un canon à jet de 150 kilogr. et de 220 mètres de chaîne.

Une sirène à vapeur est disposée à l'avant de la cheminée pour servir en cas de brouillard.

---

**Pont-levis à bascule sur le Cuyahoga River (États-Unis).**

La Compagnie des Chemins de fer de Cleveland, Cincinnati, Chicago et Saint-Louis fait construire actuellement sur le Cuyahoga River, à Cleveland (Ohio, Etats-Unis), un pont-levis à bascule, destiné à remplacer un très ancien pont tournant en bois sur une voie conduisant à des usines dans le district de Central Flats.

Le nouveau pont, récemment décrit dans l'*Engineering Record*, coûtera moins cher qu'un pont tournant laissant le même passage libre ; il aura l'avantage d'occuper moins de place, et il suffira de l'ouvrir en partie pour les bateaux de faibles dimensions.

C'est un pont-levis à bascule, du système Scherzer, à bras ou travée mobile unique. Il a une portée de 38m 10, d'axe en axe de ses supports, et laisse un passage libre de 33m 50 ; sa longueur totale est de 64m 80. La travée mobile peut décrire, dans le sens vertical, un angle de 83°.

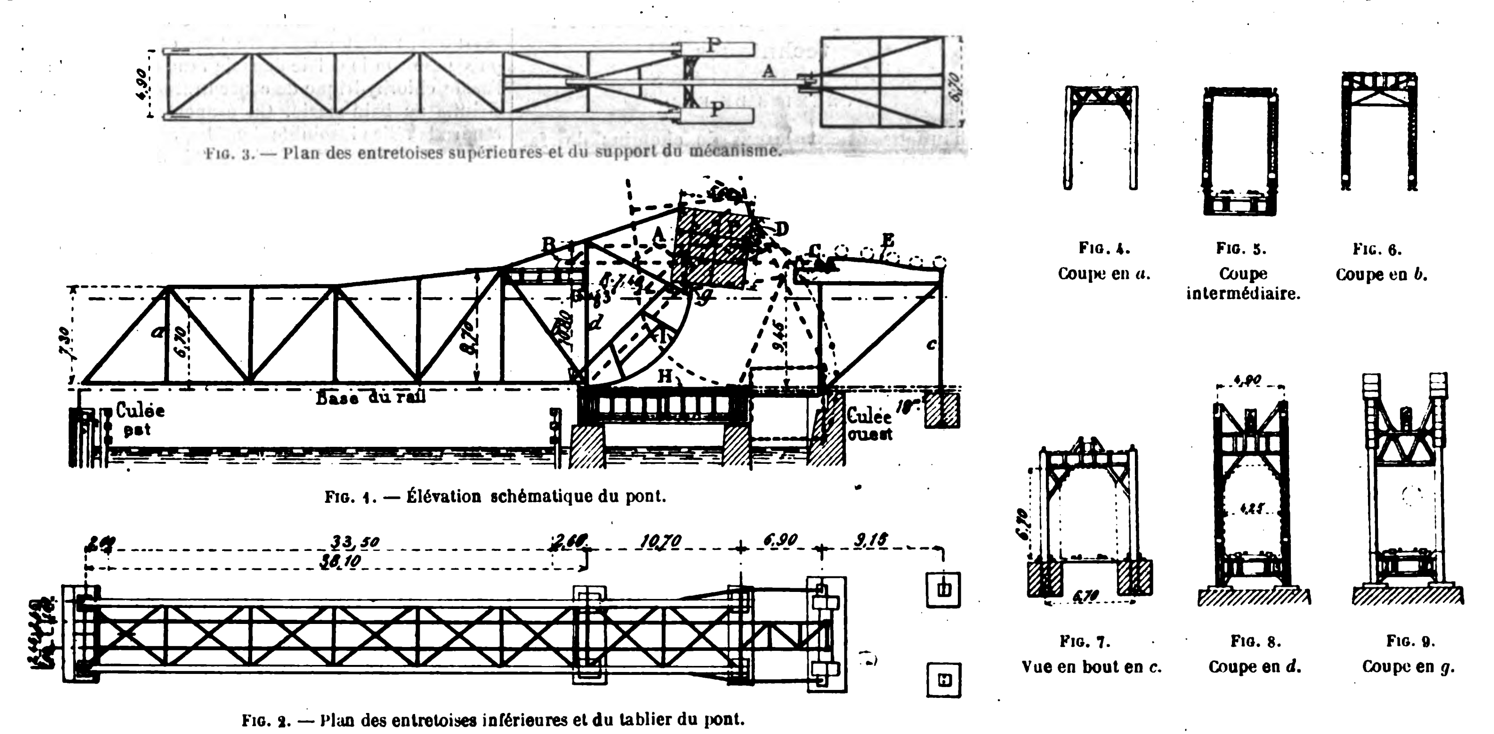



Fig. 1 à 9. — Pont-levis à bascule sur le Cuyahoga River (États-Unis).

Les piles et la culée ouest sont en maçonnerie de béton, surmontée d'un couronnement en pierre et reposant sur une fondation formée de pilotis et d'un grillage en charpente. La culée est a été construite en pieux et charpente par suite de l'impossibilité d'établir de la maçonnerie en ce point sans interrompre la navigation.

La position des contrepoids et le rayon du segment, qui constitue la bascule, ont été choisis de telle sorte que la ligne suivant laquelle se déplace le centre de gravité de tout le système basculant, est une horizontale. Le mécanisme de commande n'a, par suite, à vaincre que les résistances dues à l'inertie, au frottement et à l'action du vent.

La tige ou barre de commande A est constituée par une poutre en treillis de 19m 20 de longueur, articulée, par un axe B de 0m 15 de diamètre, à l'extrémité de la travée basculante, en un point situé juste au-dessus et en arrière du centre de gravité G. Elle porte, à sa partie inférieure, une crémaillère en acier fondu, dont les dents, qui ont 0m 127 de pas et 0m 40 de largeur, engrènent avec un pignon C, actionné par le mécanisme de commande.

Cette poutre A est, en outre, munie de galets de guidage D qui roulent sur la partie supérieure des poutres E, dont la position est telle que les dents de la crémaillère engrènent constamment avec le pignon C.

Le pont sera actionné par les machines de l'ancien pont tournant, mais on disposera le mécanisme de telle sorte que l'on puisse, dans l'avenir, employer l'énergie électrique.

La partie supérieure des poutres puissantes H qui supportent le segment basculant I, est munie d'une voie de roulement portant des dents qui ont 0m 127 de largeur, 0m 30 de longueur et 0m 05 de hauteur, l'intervalle de deux dents étant de 0m 80.

Ces dents pénètrent dans des orifices correspondants ménagés dans les plaques qui constituent la voie de roulement du segment basculant. Elles servent à maintenir l'alignement du pont pendant les manœuvres d'ouverture ou de fermeture, et résistent à l'action du vent.

Les contrepoids P, un pour chacune des deux poutres principales du pont, pèsent 85 tonnes chacun ; ils sont composés de plaques de fonte de 0m 18 boulonnées à un cadre rivé.

Pendant les travaux d'exécution, on a jugé à propos, au lieu d'établir le tablier du pont horizontal, de lui donner une pente de 0,5 %. Ce résultat a été obtenu en haussant simplement la culée est de la quantité voulue. On ne laisse, par suite, descendre le pont, lors de sa fermeture, que jusqu'au moment où il a cette pente de 0,5 % au lieu de l'abaisser jusqu'à la position horizontale.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 30 avril 1900.*

**Astronomie.** — *Sur les planètes télescopiques.* Note de M. C. de Freycinet.

Conformément aux idées de Laplace, les planètes télescopiques paraissent s'être formées successivement dans plusieurs couches sphériques concentriques au Soleil. Dans chacun de ces anneaux, la matière cosmique a été animée à l'origine d'un mouvement de rotation commun, variable d'un anneau à l'autre, et a donné naissance, après la rupture, à plusieurs masses distinctes.

Des considérations théoriques basées sur ces prémisses ont, en effet, conduit M. C. de Freycinet aux conclusions analytiques suivantes, qui sont en accord avec les faits observés :

1° Si l'on divise les planètes en trois groupes, d'après leur inclinaison croissant de 10° en 10°, la distance moyenne au Soleil des planètes de ces divers groupes est sensiblement constante ;

2° L'excentricité moyenne des orbites augmente d'un groupe à l'autre avec l'inclinaison ; l'écart entre les deux groupes extrêmes n'est pas inférieur à 52 °/. ;

3° Si l'on forme deux zones à l'aide d'une sphère d'un rayon égal à la moyenne distance de toutes les planètes au Soleil, l'excentricité moyenne des planètes de la première zone, ou planètes intérieures, surpasse de 20 °/. l'excentricité moyenne des planètes extérieures.

L'auteur a cru pouvoir fixer le nombre des anneaux à cinq (pour la région occupée par 421 astéroïdes) et leur épaisseur moyenne aux $^{20}/_{100}$ du rayon de l'orbite terrestre.

**Botanique.** — *Modifications de structure observées dans les cellules subissant la fermentation propre.* Note de MM. L. Matruchot et M. Molliard, présentée par M. Gaston Bonnier.

On a donné le nom de *fermentation propre* à la fermentation alcoolique qui se produit, en dehors de l'intervention de tout organisme étranger, dans les tissus sucrés des êtres vivants, placés à l'abri de l'oxygène. MM. L. Matruchot et M. Mollinard ont reconnu que les cellules qui vivent dans ces conditions subissent des modifications de structure, qui peuvent même, dans une certaine mesure, permettre de caractériser morphologiquement le phénomène physiologique de la fermentation propre.

Ils ont constaté que toute cellule en état de fermentation propre presente :

1° Un noyau très clair ;

2° De la chromatine en faible quantité et disposée à la périphérie du noyau ;

3° Un protoplasma très vacuolisé ;

4° De nombreuses gouttelettes d'huile essentielle formées à l'intérieur de ce protoplasma.

**Chimie analytique.** — *Sur les gaz émis par les sources du Mont-Dore.* Note de MM. F. Parmentier et A. Hurion, présentée par M. Troost.

La plupart des sources minérales exploitées dans la région du Centre émettent des gaz très riches en acide carbonique. Certaines sources, comme la source Eugénie de Royat, rejettent de l'acide carbonique pur entièrement absorbable par la potasse, à la condition de recueillir ce gaz à la source même.

Au Mont-Dore il n'en est pas ainsi. Quand après avoir recueilli les gaz qui s'échappent de ces sources on essaie de les absorber par la potasse, il reste un résidu faible, il est vrai, mais très sensible. 100 centimètres cubes laissent un résidu de 0cc5 dont les propriétés négatives sont celles de l'azote ou de ses congénères.

MM. F. Parmentier et A. Hurion ont trouvé, pour les gaz émis par les sources du Mont-Dore, la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Acide carbonique | 99,50 |
| Azote | 0,49 |
| Argon | 0,01 |

Quand on fait barboter ce gaz dans de l'eau distillée pendant un temps assez long, on constate que cette eau, évaporée dans le vide en présence d'acide sulfurique, laisse un faible résidu salin, en majeure partie formé de silice, de bromures et de chlorures.

**Chimie minérale.** — *Étude du fluorure manganeux.* Note de MM. Henri Moissan et Venturi.

Le fluorure manganeux $MnF^2$ peut se produire avec facilité à l'état de sable cristallin dans l'attaque du manganèse par l'acide fluorhydrique. On peut le préparer en beaux cristaux en utilisant la propriété qu'il possède d'être soluble dans le chlorure de manganèse fondu.

Ce fluorure est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, par conséquent très différent du chlorure. C'est un composé facilement réductible par les métalloïdes et les métaux, donnant le plus souvent dans ces décompositions des produits cristallisés ; il peut fixer du fluor avec facilité et reproduire alors le sesquifluorure cristallisé $MnF^6$.

**Physique.** — *Sur la transparence de l'aluminium pour le rayonnement du radium.* Note de M. Henri Becquerel.

Dans une des dernières séances de l'Académie, M. H. Becquerel a indiqué quelques expériences montrant que la transmission du rayonnement du radium au travers d'un écran était accompagnée de plusieurs phénomènes distincts : une absorption élective, une diffusion parfois considérable, une émission de rayons secondaires comprenant des rayons déviables par un champ magnétique et des rayons qui ne le sont pas, et enfin une transmission directe d'une partie du rayonnement issu de la source. Cette partie transmise paraît identique avec la partie correspondante du rayonnement incident et subit la même déviation magnétique.

Dans la même séance, M. Villard a publié une Note [1] dans laquelle il a cru pouvoir déduire, de deux séries d'expériences, des conclusions en désaccord avec celles qui viennent d'être énoncées.

M. H. Becquerel montre aujourd'hui comment il a vérifié sous une autre forme l'exactitude de ses premières observations.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

**Chauffage des voitures de chemins de fer économiques.** — La question du chauffage des voitures de chemins de fer à voie normale a été résolue dans des conditions satisfaisantes sur un assez grand nombre de réseaux. Mais, en ce qui concerne les Compagnies secondaires, la solution pratique de ce problème ne semble pas s'être dégagée nettement, ainsi qu'il résulte de l'enquête, faite auprès de diverses administrations de chemins vicinaux, et qui a donné lieu à l'établissement d'une note publiée dans le *Bulletin du Congrès des chemins de fer* d'avril 1900.

Dans les pays tempérés, les systèmes primitifs, constitués par les poêles, les chaufferettes ou les bouillottes, sont les plus répandus, notamment le dernier, parce qu'ils ne présentent aucune chance d'incendie, ni d'asphyxie. Il est à noter que les voitures des trains légers des chemins de fer de l'État belge sont chauffées au moyen de calorifères, réglés par le personnel du train et alimentés avec du coke ou de l'anthracite. Il en est de même dans quelques pays froids, comme dans le nord de la Russie, où le chauffage des compartiments se fait à l'aide d'air chaud, circulant dans des tuyaux traversant un foyer. Mais lorsque la température est rigoureuse, on a recours le plus souvent à un chauffage continu par la vapeur, à une pression variant de 1 à 3 atmosphères. Cette vapeur est fournie soit par la locomotive, soit par une chaudière spéciale montée dans un fourgon.

Le chauffage à l'eau chaude, par thermo-siphon, a reçu jusqu'ici moins d'applications. Enfin, mentionnons en dernier lieu quelques essais de chauffage électrique sur les chemins vicinaux belges et sur la ligne suisse de l'Engelberg, mais ce procédé ne paraît pas appelé à faire de grands progrès, étant donnée la dépense considérable d'énergie qu'il nécessite.

**De la construction des freins à manivelle des wagons à marchandises.** — Dans la *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines*, du 6 avril, M. C. Schlöss décrit des expériences récemment faites, sur les chemins de fer autrichiens, pour étudier et comparer l'efficacité des freins à manivelle de divers types, usités sur les wagons à marchandises.

L'auteur donne d'abord une description détaillée des dispositifs employés, au cours des expériences, pour mesurer la puissance et la rapidité d'action de ces freins. Il met ensuite en lumière les principaux résultats de ces essais. On a en particulier constaté que, pour un même pas de l'arbre fileté du frein, le rendement de celui-ci variait inversement au diamètre de cet arbre et que l'on avait tout avantage à ne pas employer des hauteurs de pas de vis supérieures à 17 millimètres.

**De l'échauffement des coussinets des boîtes à graisse.** — Dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 23 mars, M. Josef Grossmann fait une étude complète des conditions d'échauffement des coussinets des boîtes à graisse des wagons de chemins de fer.

Après avoir examiné quelles sont les variations du coefficient de frottement suivant la viscosité et l'épaisseur du lubrifiant, l'étendue des surfaces en contact, et la pression qu'elles supportent et enfin suivant la vitesse de rotation, il énumère les divers dispositifs imaginés pour réduire au minimum l'échauffement des coussinets. Il termine en préconisant l'adoption de coussinets d'un nouveau genre, à faible surface de frottement, sans pattes d'araignée, qui tout en réalisant une économie de 20 à 25 °/. de lubrifiant, permettent d'éviter presque complètement l'échauffement habituel.

CHIMIE INDUSTRIELLE

**Analyse des silicates.** — M. Granger publie, dans la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 5 février et du 20 mars, une étude détaillée sur l'analyse des silicates.

Après avoir montré l'importance de ces analyses, puisque le verre, les poteries, les couleurs vitrifiables, les émaux, les argiles ne sont autres que des silicates, l'auteur étudie l'analyse des silicates attaquables par les acides. La méthode est la suivante : le silicate, réduit en poudre fine, est séché à 100°, puis pesé. On le délaie dans de l'eau et on ajoute de l'acide chlorhydrique de concentration moyenne. On chauffe au bain-marie. On évapore à siccité pour rendre la silice insoluble dans les acides. La masse, desséchée et refroidie, est humectée d'acide chlorhydrique et laissée en contact sans chauffer, pendant un quart d'heure. On ajoute ensuite de l'eau, et on filtre en lavant par décantation. On recommence la même opération sur les eaux de lavage qui ont pu entraîner un peu de silice.

Après filtration, il n'y a plus qu'à dessécher et à peser. L'on doit s'assurer ensuite si cette silice est bien pure ; le moyen le plus simple est de la traiter par l'acide fluorhydrique qui forme du fluorure de silicium qui s'en va par évaporation, tandis que les bases restent à l'état de fluorures.

L'inconvénient de cette méthode, c'est que la silice peut entraîner de l'alumine (s'il y en a dans le silicate analysé).

Pour doser les bases contenues dans la liqueur (alumine, oxyde de fer, chaux, magnésie, potasse et soude), M. Granger indique la méthode généralement adoptée. Il faut remarquer toutefois l'emploi du nitroso-β-naphtol pour séparer l'alumine de l'oxyde de fer ; les deux corps, ayant été précipités par l'ammoniaque, sont calcinés et pesés. On redissout dans le bisulfate de potassium, on étend d'eau et on reprécipite par l'ammoniaque. On lave le précipité, on le redissout dans un peu d'acide chlorhydrique, on neutralise, on ajoute à la liqueur son volume d'acide acétique à 50 °/. ; on verse alors une solution de nitroso-β-naphtol dans l'acide acétique au même degré de concentration. Il se produit un précipité brun de nitroso-β-naphtolate de fer qui augmente lentement et se dépose au bout de plusieurs heures. On filtre, lave et calcine lentement après addition d'acide oxalique (ceci pour éviter une explosion).

La chaux est dosée à l'état d'oxalate ; la magnésie à l'état de carbonate ammoniaco-magnésien ou de phosphate ammoniaco-magnésien. On peut encore employer l'oxyde mercurique. La meilleure méthode est la seconde.

L'auteur signale la méthode de Sainte-Claire Deville, consistant dans l'attaque des silicates par l'acide nitrique.

Dans une seconde partie, M. Granger traite de l'analyse des silicates inattaquables par les acides. On les transforme en silicates attaquables au moyen de certaines réactions. Les traitements par les carbo-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 25, p. 410. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

nates alcalins et alcalino-terreux ou les oxydes correspondants, par l'acide fluorhydrique et les fluorures, l'oxyde de plomb, l'anhydride borique sont successivement passés en revue.

La troisième partie traite du dosage d'éléments rares dans les silicates, et notamment du plomb, de l'étain et du titane.

Enfin l'auteur termine en donnant quelques exemples d'analyses de silicates très complexes.

**Réactions micro-chimiques du cuivre.**—M. Pozzi-Escot décrit, dans les *Annales de Chimie analytique*, de mars, plusieurs nouvelles réactions micro-chimiques du cuivre.

Après avoir critiqué la réaction de l'iodure de potassium sur un sel cuivrique, qui donne naissance à de l'iodure cuivreux $Cu^2I^2$, lequel est impossible à obtenir sous forme de cristaux définis, l'auteur donne comme meilleure la formation d'iodure cuivrique $CuI^2$.

Mais il insiste surtout sur le composé $CuI^2,4Az^2H, H^2O$, qui s'obtient sous forme de tétraèdres bleus, en traitant une solution ammoniacale cuivrique par l'iodure de potassium. De plus, lorsqu'on traite la solution cuivrique par une quantité d'ammoniaque un peu supérieure à celle suffisante pour amener à chaud la dissolution du cuivre et que, après avoir chauffé vers 40°, on additionne d'iodure de sodium ou d'ammonium, on obtient un composé de formule mal définie, mais qui se dépose en tables rhomboïdales d'un brun vert très foncé. Cette préparation ressemble beaucoup à l'iodoplatinate de potassium. Mais, dans le premier cas, au bout d'un certain temps, il ne reste plus que des prismes plats qui prennent une couleur jaune vert clair, à reflet de cuivre métallique.

**Le nouvel institut de physique et chimie de Giessen (Hesse).** — Dans la *Zeitschrift für Elektrochemie*, du 26 avril, M. K. Elbs décrit les installations du nouvel Institut de physique et chimie de l'université de Giessen.

L'auteur insiste notamment sur les laboratoires de physique, de chimie et d'électro-chimie qui occupent environ le tiers des bâtiments et qui, installés suivant les données les plus modernes, lui semblent mériter d'être cités à titre de modèles. Après une description générale des bâtiments, M. Elbs étudie en détail l'organisation des laboratoires au point de vue de la distribution de la lumière et de l'énergie électrique. Le courant nécessaire aux opérations électro-chimiques est fourni par un certain nombre de batteries d'accumulateurs, dont l'auteur décrit les modes de groupement, de charge et de décharge. Le chauffage des bâtiments est réalisé au moyen de vapeur à basse pression.

### CONSTRUCTION DES MACHINES

**Emploi du graphite comme lubrifiant dans les locomotives.** — Par suite de l'utilisation de pressions de vapeur de plus en plus élevées, la question du graissage des cylindres et des tiroirs de locomotives est devenue difficile à résoudre. En effet, à la température de 300°, la plupart des huiles végétales et minérales se décomposent et perdent même, à partir de 190°, une partie de leur pouvoir lubrifiant. Les acides gras, mis en liberté, attaquent les métaux et détériorent promptement les pièces en mouvement et d'une façon d'autant plus rapide que celles-ci sont soumises à des pressions mutuelles plus considérables.

Pour remédier aux inconvénients susmentionnés, les chemins de fer de l'Etat bavarois emploient avec succès, pour le graissage des pistons et des distributeurs de leurs locomotives, un produit solide appelé *graphiol*, dont l'élément actif est du graphite pur, finement pulvérisé, mélangé à une proportion de 5 °/ₒ d'huile épaisse des coussinets de voitures, ainsi qu'il résulte des renseignements fournis par l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, dans son numéro de mars. Ce lubrifiant est moins cher que les huiles à haut degré d'inflammabilité, ordinairement employées en pareil cas et il donne aux surfaces frottantes un beau poli. En outre, il permet d'abaisser notablement les résistances passives et d'augmenter la durée des garnitures de presse-étoupe.

D'après les essais effectués aux chemins de fer de l'Etat bavarois, les frais de graissage au graphiol s'élèvent en moyenne à 0 fr. 0074 par kilomètre et par locomotive, alors qu'ils atteignent 0 fr. 0103 avec l'huile. On a pu reconnaître, d'un autre côté, que l'emploi du graphite comme lubrifiant diminuait les dépenses d'entretien et de réparation du mécanisme.

Nous rappellerons à ce propos que le *Génie Civil* a donné récemment le dessin d'un godet pour l'emploi du graphite comme lubrifiant (1).

**De la force motrice nécessaire aux divers types de machines-outils.** — Il arrive fréquemment, dans les ateliers de construction, que l'on n'apprécie pas à sa juste valeur l'énergie nécessaire au fonctionnement des machines-outils et qu'on leur combine des moteurs trop puissants ou trop faibles. Dans les deux cas, les inconvénients peuvent être graves, et c'est pour les éviter que M. Loch, dans les *Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 1er avril, recherche quelle est la force motrice qu'absorbent les types courants de machines-outils en usage dans les ateliers de construction de machines.

Les renseignements nombreux que l'auteur donne à ce sujet résultent d'observations faites dans les importants ateliers de construction de matériel de chemins de fer de Gleiwitz, où 107 moteurs électriques actionnent un grand nombre de machines-outils des types les plus variés.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 7, p. 106.

### CONSTRUCTIONS NAVALES

**Le bateau-salon « Kaiserin Auguste Victoria ».** — La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 24 mars, consacre une longue étude à un nouveau bateau-salon, la « Kaiserin Auguste Victoria », construit pour la Société de navigation à vapeur sur le Rhin.

Ce navire, entièrement en acier, est un vapeur à roues, de 1m 17 de tirant d'eau moyen et de 83 mètres de longueur. Il comporte deux ponts superposés d'une largeur de 8m 20; la largeur du navire, au droit des roues, est de 15m 30.

Les chaudières et la machinerie installées au centre du navire occupent un emplacement de 19 mètres de longueur, à côté des quatre magasins à charbon de 25 tonnes de capacité. Les chaudières, multitubulaires, sont au nombre de quatre; elles ont chacune une surface de chauffe de 135m² 5 et une surface de grille de 4m² 33. La vapeur produite est à la pression de 9 atmosphères. L'alimentation des chaudières se fait au moyen de pompes ordinaires, combinées à deux injecteurs et à une pompe Worthington, dont les débits à l'heure sont respectivement de 6000 et 15000 litres. La machine motrice est du type compound, à deux cylindres inclinés, dont les diamètres sont de 0m 960 et 1m 750. La course commune des pistons est de 1m 250. La puissance normale de cette machine est de 1250 chevaux; son fonctionnement entraîne une consommation de 1250 kilogr. de charbon par heure. Pour un certain nombre des organes de cette machine et, notamment, pour l'arbre principal des roues à aubes, on a fait une intéressante application d'un acier au nickel d'une résistance à la rupture de 60 kilogr. par millimètre carré et dont l'allongement peut être de 20 °/ₒ. Les roues à aubes ont un diamètre de 4 mètres; les aubes, au nombre de neuf, sont à orientation variable et ont une surface de $3 \times 0,780$ mètres carrés.

Le bateau est destiné à effectuer le trajet de Cologne à Mayence en 11 heures 45 minutes.

L'auteur signale les aménagements luxueux qui ont été adoptés pour le confort des voyageurs et décrit notamment le pont-promenade, la salle à manger et les salons de repos. L'éclairage de ces divers locaux est assuré au moyen de 150 lampes électriques à incandescence, de 16 à 25 bougies.

Cette étude est accompagnée de nombreuses illustrations hors texte.

### ÉLECTRICITÉ

**Installation hydro-électrique de Tariffville (Etats-Unis).** — La Hartfort Electric Light Co, qui possède déjà une usine hydro-électrique, sur le Farmington River, près de Rainbow (Connecticut), vient d'en installer une seconde, sur la même rivière, près de Tariffville (Conn.) L'énergie électrique, provenant de ces deux usines hydro-électriques, auxquelles s'adjoint, en cas de basses eaux, une usine à vapeur installée à Hartfort, sert à alimenter cette dernière ville.

La nouvelle installation, qui est décrite dans l'*Engineering Record*, du 24 mars, comprenait la construction d'un barrage en béton entre les rives assez escarpées de la rivière, l'amenée de l'eau, emmagasinée sous une charge de 9m 45, à l'usine placée à environ 50 mètres en aval, et le transport de l'énergie électrique à une distance de 17km 6, à la station centrale de Hartfort, sous forme de courant alternatif triphasé à haute tension au moyen de conducteurs en aluminium.

Le barrage a 47m 15 de longueur, à la partie supérieure, 10m 65 de hauteur et 9m 15 de largeur maximum. Il a été construit en deux fois, à l'abri de batardeaux. L'auteur décrit en détail les travaux d'exécution.

Deux conduites, de 2m 90 de diamètre, en tôle d'acier rivée, amènent l'eau à l'usine. Celle-ci contient quatre turbines Victor, montées par paire sur deux arbres horizontaux. Sous la charge de 9m 45, elles développent 1250 chevaux à 164 tours par minute. Chacun des arbres pénètre, à travers un presse-étoupes, dans la salle des machines où il commande directement une génératrice de 750 kilowatts, diphasée, à 550 volts, à armature mobile. De petites turbines de 45 chevaux chacune, à 550 tours par minute, actionnent les excitatrices.

Afin de transmettre économiquement l'énergie électrique, on élève, au moyen de transformateurs statiques, la tension du courant de 550 volts à 10000 volts, et les connexions secondaires de chaque paire de transformateurs, dont il y a deux pour chaque génératrice, sont disposées de façon à obtenir trois phases dans la ligne de transmission.

A l'intérieur de l'usine, on a employé des conducteurs en cuivre, mais la ligne est en aluminium parce que ce métal coûtait, à conductibilité égale, 20 °/ₒ de moins que le cuivre. On en a consommé 27 tonnes.

Le prix de revient de l'installation, y compris la ligne de transmission, a été de 625 francs par cheval.

**Installation municipale pour l'éclairage électrique de Wallingford (États-Unis).** — La ville de Wallingford (Conn.), dont la population est de 10000 habitants, vient de mettre en fonctionnement une usine municipale pour l'éclairage électrique, dont M. Thomas C. Perkins, qui en a fait le projet et dirigé la construction, donne la description dans l'*Electrical World*, du 17 mars.

Le but que l'on avait en vue, en exécutant la station génératrice, n'était pas tant d'obtenir la plus grande économie possible dans la consommation de vapeur sous une charge maximum, que d'établir une installation sûre et pratique, réunissant tous les derniers perfectionnements applicables à une station de cette importance, et qui puisse fonctionner avec le minimum de frais et de réparations et avec une bonne économie moyenne.

L'usine est située à environ 1km 200 du centre des affaires de Wallingford, sur les bords du lac Community, qui lui fournit l'eau nécessaire aux chaudières et aux condenseurs.

Comme l'on désirait, pour cause d'économie et de simplicité, que le même type de générateur pût alimenter à la fois les lampes à arc, destinées à éclairer les rues, et les lampes à incandescence, employées à l'intérieur, et étant données les dimensions du réseau à alimenter, on a adopté le courant alternatif monophasé à faible fréquence et les lampes à arc en vase clos à courant alternatif en série.

On n'a, provisoirement, construit que la moitié de l'usine. Elle contient deux machines Corliss de 125 et 300 chevaux chacune, actionnant, par courroie, deux génératrices de 75 et 150 kilowatts, produisant du courant monophasé à faible fréquence à 2000 volts. Des transformateurs, au nombre de trois, alimentent les circuits d'éclairage.

Des wattmètres enregistreurs du type Thomson permettent de se rendre compté, chaque jour, de la consommation de chacun des circuits. Comme on note exactement la quantité de charbon brûlée et la quantité d'eau vaporisée, on sait constamment le prix de revient du kilowatt.

L'auteur donne des tableaux indiquant, en détail, les tarifs de l'éclairage commercial et de l'éclairage domestique.

L'installation municipale d'éclairage électrique de Wallingford a coûté, prête à fonctionner, un peu moins de 225000 francs. Elle alimente 75 lampes à arc et 3250 lampes à incandescence.

**Balayeuse électrique à trolley.** — Les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 avril, donnent quelques renseignements sur une balayeuse électrique à trolley que la Compagnie des tramways de Budapest a mise en service l'hiver dernier sur son réseau, pour l'enlèvement des neiges.

Cette balayeuse est essentiellement constituée par un châssis ordinaire de tramways sous lequel sont disposées, à l'avant et à l'arrière, des brosses cylin-

driques mises en mouvement au moyen d'un moteur de 20 kilowatts excité en série. Ces brosses peuvent tourner très rapidement. Le véhicule, dont le poids total est de 125 tonnes, peut se déplacer sur les rails à une vitesse de 8 à 12 kilom., grâce à deux moteurs de 20 kilowatts également excités en série. Les brosses cylindriques, dont la longueur est égale à la largeur de la voie, ont un diamètre de 1m10. Elles se combinent à quatre autres brosses animées d'un mouvement de va-et-vient et destinées spécialement au nettoyage des rails. Les moteurs de propulsion du véhicule et celui des brosses sont indépendants les uns des autres; le câble souple de prise de contact du trolley est dès lors formé de deux câbles distincts.

### HYDRAULIQUE

**Pose d'une conduite d'eau de 0m90 en travers de l'Harlem River, à New-York.** — L'*Engineering News*, du 22 mars, décrit les travaux de pose d'une conduite d'eau de 0m90 de diamètre en travers de l'Harlem River, à New-York. Ces travaux sont remarquables par le poids énorme de la conduite.

Au point d'immersion, l'Harlem River a une largeur de 365m75, et pour tenir compte des exigences de la navigation, il fallut draguer, en travers de la rivière, une tranchée à 9m15 au-dessous des basses eaux moyennes. La marée produisant, en cet endroit, un fort courant, les dragues durent fonctionner d'une façon continue pour enlever les dépôts qui se formaient constamment dans la tranchée.

La conduite à joints flexibles, qu'il s'agissait de poser, a 0m90 de diamètre intérieur et 1 mètre de diamètre extérieur; elle est formée de tuyaux en fonte de 3m65 de longueur, réunis par un joint flexible, système Ward modifié. L'embouchure de chaque tuyau, dont le diamètre extérieur est de 1m50, est renforcée par une frette en fer forgé pesant 300 kilogr.; le tuyau lui-même pèse 6200 kilogr.; quant au plomb servant à constituer un joint, il pèse 500 kilogrammes.

Le travail de pose de la conduite a duré six mois. On montait, sur un radeau construit à cet effet, quatre à cinq longueurs de tuyaux; le radeau était muni, à l'une de ses extrémités, d'un dispositif de lançage, la conduite elle-même étant solidement maintenue en position par des câbles. En relâchant ces câbles, on laissait descendre dans la rivière une longueur de tuyau, dont la poussée faisait avancer progressivement le radeau. On fixait alors les câbles et, par suite, la conduite et le radeau, et l'on montait, sur ce dernier, une nouvelle longueur de tuyau. Ce travail terminé, on lâchait à nouveau les câbles, pour laisser descendre dans l'eau un tuyau, et ainsi de suite. Grâce aux précautions prises dans la manœuvre des câbles, la pose de la conduite tout entière s'effectua sans accident.

**Écoulement de l'eau par déversoirs.** — Les *Proceedings* (vol. XXVI, n° 3), du mois de mars, de la Société des Ingénieurs civils américains, contiennent une étude de M. George W. Rafter sur l'écoulement de l'eau par déversoirs.

L'auteur commence par résumer les expériences de M. Bazin sur les déversoirs de section irrégulière [1]. Il décrit ensuite, en détail, les études très complètes qui ont été faites à la Cornell University. Enfin il considère l'application des résultats ainsi obtenus aux déversoirs des stations de jaugeage dont il est fait mention précédemment dans le cours de l'article.

### MÉCANIQUE

**Outils pneumatiques portatifs.** — L'*Engineering*, des 2, 9, 16 et 23 mars, reproduit une communication de M. Ewart C. Amos, à l'Institution of Mechanical Engineers, sur les outils pneumatiques portatifs.

Le nombre des machines-outils destinées à réduire le travail à la main s'accroît de plus en plus. Parmi ces machines se distinguent les outils pneumatiques portatifs, qui sont déjà très employés en Amérique, en particulier dans la construction des navires. Les outils qui peuvent être actionnés par l'air comprimé sont très variés et l'on en imagine de nouveaux chaque jour. M. Amos limite son étude, qui est accompagnée de nombreuses figures, aux marteaux, aux riveuses et aux perceuses pneumatiques portatifs; il signale rapidement aussi les appareils de levage et quelques autres dispositifs, actionnés par l'air comprimé.

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, année 1898.

En terminant, il compare les prix de revient du travail exécuté à la main ou au moyen d'outils pneumatiques, et il fait remarquer que, dans cette comparaison, on doit prendre en considération les trois points suivants :

1. Il est possible, avec les mêmes frais généraux et dans des ateliers de même taille, d'exécuter, dans le même temps, beaucoup plus de travail avec des outils pneumatiques qu'à la main;

2. Il y a, en plus, les dépenses de production de l'air comprimé; mais, même en supposant que ces dépenses égalent le prix de la main-d'œuvre manuelle, ce qu'elles ne font pas, on réaliserait encore une grande économie pour la raison donnée ci-dessus;

3. Avec le travail à la main, particulièrement s'il s'agit de rivetage, de calfatage ou de perçage sur place, on ne peut procéder que relativement lentement, même en employant beaucoup d'ouvriers travaillant tout près les uns des autres. Or, la rapidité d'exécution est une question souvent très importante dans la construction des navires, des ponts, des chemins de fer, etc., et si le travail fait au moyen d'outils pneumatiques coûtait le double du travail à la main, au lieu de permettre, comme il le fait, de réaliser une économie importante, il conviendrait encore de le préférer, à cause de la rapidité et de la commodité d'exécution.

**Frottement dans les garnitures de presse-étoupes à vapeur.** — L'*Iron Age*, du 22 mars, reproduit une communication de M. Chas. Henry Benjamin, à l'American Society of Mechanical Engineers, sur les pertes d'énergie provenant du frottement des tiges des pistons et des soupapes à vapeur dans la garniture de leur presse-étoupes.

Les expériences que décrit l'auteur ont été faites, sous sa direction, par les élèves de la Case School. Ils ont essayé 17 types différents de garnitures de presse-étoupes, composées de caoutchouc, amiante, coton, lin ou chanvre, plomb, mica, graphite et plombagine; on n'a pas essayé de garniture métallique.

L'appareil employé consistait en un cylindre à vapeur muni, à chacune de ses extrémités, d'un presse-étoupes et traversé par une tige à laquelle on transmettait un mouvement de va-et-vient. Un manomètre donnait la pression de la vapeur, et on serrait, dans chaque expérience, les presse-étoupes de façon à obtenir juste l'étanchéité. Des dynamomètres indiquaient, pour les différentes garnitures et aux différentes pressions, l'énergie absorbée par les frottements dans les presse-étoupes; un premier tableau groupe ces résultats. Un second tableau montre les effets produits par le serrage plus ou moins énergique du presse-étoupes et par le graissage de la tige. Des diagrammes indiquent l'effet des variations de pression de la vapeur.

Les conclusions générales que M. Benjamin tire de ses expériences sont les suivantes :

1. Les garnitures en caoutchouc mou et graphite, qui s'ajustent et se lubrifient automatiquement, consomment moins d'énergie que les garnitures dures; l'ancienne garniture en chanvre tressé donne de très bons résultats;

2. Le graissage de la tige diminue le frottement avec toutes les garnitures;

3. Il n'y a presque aucune limite aux pertes causées par le serrage non judicieux du presse-étoupes;

4. Les pertes d'énergie varient presque proportionnellement avec la pression de la vapeur pour les garnitures dures, tandis qu'elles sont presque constantes pour les garnitures molles.

## Ouvrages récemment parus.

**Manuel théorique et pratique de l'automobile sur route** : *vapeur, pétrole, électricité*, par Gérard Lavergne, ancien élève de l'École Polytechnique, Ingénieur civil des Mines. — Un volume grand in-8° de 722 pages avec 329 figures. — Ch. Béranger, éditeur; Paris, 1900. — Prix : relié, 17 fr. 50.

Sans vouloir méconnaître le mérite des publications antérieures sur l'automobilisme, M. Gérard Lavergne a pensé qu'il y avait place pour une vue d'ensemble de la question. C'est donc un ouvrage synthétique qu'il offre au public qu'intéresse la question automobile.

Après un court historique, présentation toute naturelle des agents auxquels les voitures mécaniques demandent l'énergie qui leur est nécessaire — vapeur, pétrole, électricité, — et un examen rapide de ceux auxquels elles l'emprunteront peut-être un jour, — gaz comprimés ou liquéfiés, eau chaude, acétylène, alcool, — l'ouvrage passe en revue les éléments qui entrent dans la composition d'une automobile : moteur (avec le calcul de la puissance à lui donner pour lui faire actionner telle voiture déterminée et les moyens de mesurer sa force, une fois qu'il a été construit), organes de transmission du mouvement du moteur aux roues du véhicule, essieux, roues, bandages, ressorts, châssis, caisses, freins, organes de graissage.

Cette analyse une fois faite, l'auteur groupe, dans une troisième partie, les éléments suivant les principaux types des voitures actuellement existantes : comme celles-ci sont déjà légion, il n'en décrit à fond que quelques-unes, se contentant pour les autres de signaler les points qui les caractérisent.

Dans une quatrième et dernière partie, M. G. Lavergne met en relief les résultats si remarquables déjà obtenus, consacrés officiellement par les courses de vitesse, les concours des poids lourds et des fiacres, les concours de moteurs et d'accumulateurs, officieusement par la pratique journalière. Il appelle enfin l'attention sur les progrès à rechercher, en tête desquels il place l'amélioration du rendement, après avoir marqué le taux singulièrement minime de ce dernier.

Ce livre n'a pas la prétention de révéler quoi que ce soit aux constructeurs; mais l'auteur espère qu'il pourra appeler leur attention sur quelques points, qu'ils ont sinon méconnus, du moins négligés pour s'attacher à la réalisation d'autres plus importants.

A ceux qui, en si grand nombre, se lancent dans l'industrie nouvelle, il évitera, par le tableau de ce qui a été fait, un peu de ces tâtonnements et de ces efforts qui constituent le lourd tribut prélevé, en pure perte, sur l'activité humaine, par ce qu'on pourrait appeler les réinventions.

A l'Ingénieur, il montrera comment sont appliqués à la locomotion nouvelle ces mécanismes qui lui sont familiers, comment sont résolues les difficultés techniques que cette application même a soulevées, et ce qui reste à faire pour la rendre plus adéquate au but qu'on lui a assigné.

A tous ceux enfin qui, peu versés dans les choses de la mécanique, s'intéressent pourtant à l'automobilisme, soit pour l'usage personnel qu'ils veulent en faire, soit pour les conséquences économiques et sociales qui peuvent en découler, mais qu'il trouble peut-être par son indéniable complication, heureusement plus apparente que réelle, l'auteur s'est efforcé d'en donner une description aussi claire que possible, pour l'intelligence de laquelle il a pris soin de définir, dans les premières pages, les quelques termes techniques qu'il a dû employer.

**Mesures électriques.** *Essais de laboratoire*, par E. Vigneron, ancien professeur à l'École supérieure d'électricité, et P. Letheule, Ingénieur à la Compagnie Thomson-Houston. — Un volume petit in-8°, de 180 pages, avec 44 figures. *(Encyclopédie des Aide-Mémoire.)* — Gauthier-Villars et Masson, éditeurs; Paris, 1900. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

L'ouvrage de MM. E. Vigneron et P. Letheule traite des mesures de laboratoire proprement dites; les essais de machine seront traités dans un autre volume.

Les auteurs se sont appliqués à préciser avec soin toutes les notions que leur expérience leur a montrées peu familières à la majorité des électriciens.

Les appareils oscillants sont longuement traités. L'étendue de l'ouvrage ne permettant pas une monographie détaillée de chaque instrument, les auteurs se sont appliqués à faire ressortir les principes généraux de chaque classe d'appareils, afin de permettre au lecteur de se rendre lui-même un compte exact des détails d'instruments qu'il pourra avoir entre les mains.

Dans la description des méthodes, ils se sont appliqués à donner les conseils indispensables à tout bon montage, et ils ont indiqué la façon de calculer la précision de la mesure qu'on aura effectuée.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 3. N° 936. Samedi 19 Mai 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Grue Titan électrique de 30 tonnes de la salle des machines La Bourdonnais *(planche III)*, p. 33; Alfred Bourdon. — **Physique industrielle** : Utilisation des combustibles liquides *(suite et fin)*, p. 36; H. Guérin; — Première machine soufflante actionnée par les gaz de hauts fourneaux, p. 39. — **Métallurgie** : *Les plaques de blindages*, par M. L. Baclé, p. 40. — **Jurisprudence** : Droits du patron sur les inventions de ses ouvriers et employés, p. 42; Louis Rachou. — **Variétés** : Une nouvelle formule de travail au four Siemens-Martin, p. 42; Alexandre Pourcel; — Pince d'extraction pour puits artésien, p. 43. — **Exposition de 1900** : Le Jury des récompenses. Liste des membres français du Jury, p. 43. Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils (4 mai 1900), p. 46. — Académie des Sciences (7 mai 1900), p. 46. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 46; — Ouvrages récemment parus, p. 48.

*Planche III :* Grue Titan électrique de 30 tonnes de la salle des machines La Bourdonnais.

## EXPOSITION DE 1900

### GRUE TITAN ÉLECTRIQUE DE 30 TONNES de la salle des machines La Bourdonnais.

*(Planche III.)*

Le montage des machines et groupes électrogènes de la section française réunis dans la salle des machines La Bourdonnais [1], au Champ-de-Mars, a été effectué au moyen d'une grue Titan électrique de 30 tonnes.

De même que le pont roulant électrique de 25 tonnes de l'usine Suffren, qui a été récemment décrit dans le *Génie Civil* [1], cet engin de levage est destiné à demeurer dans le hall des machines, pendant l'Exposition, et sera ensuite utilisé pour le démontage des moteurs à vapeur et électriques.

*Conditions d'établissement.* — Tandis que le pont roulant électrique de l'usine Suffren a été spécialement étudié et construit en vue de son utilisation temporaire à l'Exposition, on s'est efforcé, pour la grue Titan de l'usine La Bourdonnais, de réaliser un appareil qui, tout en satisfaisant aux conditions particulières de puissance et de vitesse imposées par les règlements de l'Exposition, pourra être ensuite employé, sans modifications, pour d'autres travaux.

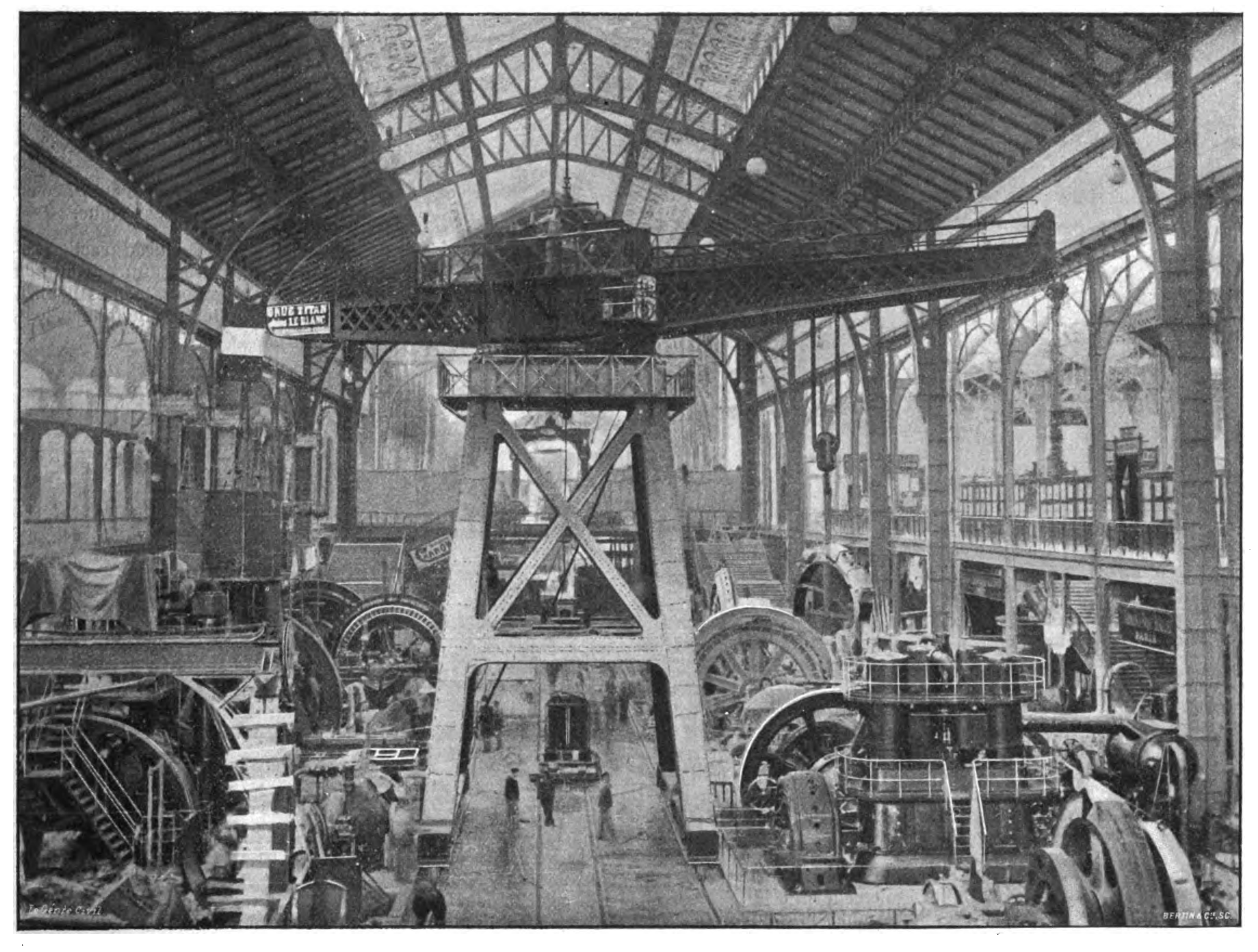


Fig. 1. — Grue Titan électrique de 30 tonnes : Vue d'ensemble de la grue installée dans la salle des machines La Bourdonnais.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 25, p. 397.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 26, p. 413.

Les proportions et la forme de cette grue Titan (fig. 1) permettront, en particulier, d'en faire une application avantageuse sur les quais d'un port, pour le chargement et le déchargement des navires. Nous avons déjà signalé l'emploi d'un engin analogue dans le port de Bremerhaven [1].

Cette considération a conduit le constructeur de la grue à donner à l'ensemble de la construction une plus grande robustesse et à réduire au minimum l'écartement des voies qui la portent. Ces voies ne sont plus ici établies sur les bords de la galerie, mais dans l'allée centrale. Au centre du pylône d'appui de la construction, une large ouverture, correspondant au plus grand gabarit des chemins de fer, permet le passage des wagons arrivant par voie ferrée. Les pièces de machines les plus importantes peuvent être enlevées et amenées rapidement, vers la droite ou vers la gauche. La galerie peut être ainsi desservie sur toute sa longueur, soit 115 mètres, et sur une largeur de 22 mètres environ.

**Description générale.** — La grue Titan (fig. 1, 2 et 7 du texte et fig. 1 et 2, pl. III) se compose d'un pylône roulant qui porte sur sa plate-forme supérieure une volée horizontale à orientation variable (fig. 2 et 7), sur laquelle se déplace un chariot mobile.

*Pylône.* — Le pylône est formé (fig. 1 et 2, pl. III) par quatre membrures principales inclinées, en caissons, de 10 mètres de longueur, réunies d'une part, à la partie supérieure, par un cadre carré de 4m76 de côté, également en poutres à caissons et, d'autre part, reposant deux à deux, à la partie inférieure, sur deux caissons établis parallèlement l'un à l'autre, à 6 mètres d'écartement d'axe en axe, au-dessus des voies de roulement. Ces quatre membrures principales sont contreventées horizontalement par un cadre établi à 5 mètres du sol et déterminant ainsi un étage intermédiaire. Au-dessus, des contreventements en forme de croix de Saint-André sont établis sur les faces du pylône. Les diverses poutres de ce pylône sont en acier. Sur l'un des côtés du pylône, des escaliers en fer permettent d'accéder au plancher du premier étage et à la plate-forme supérieure.

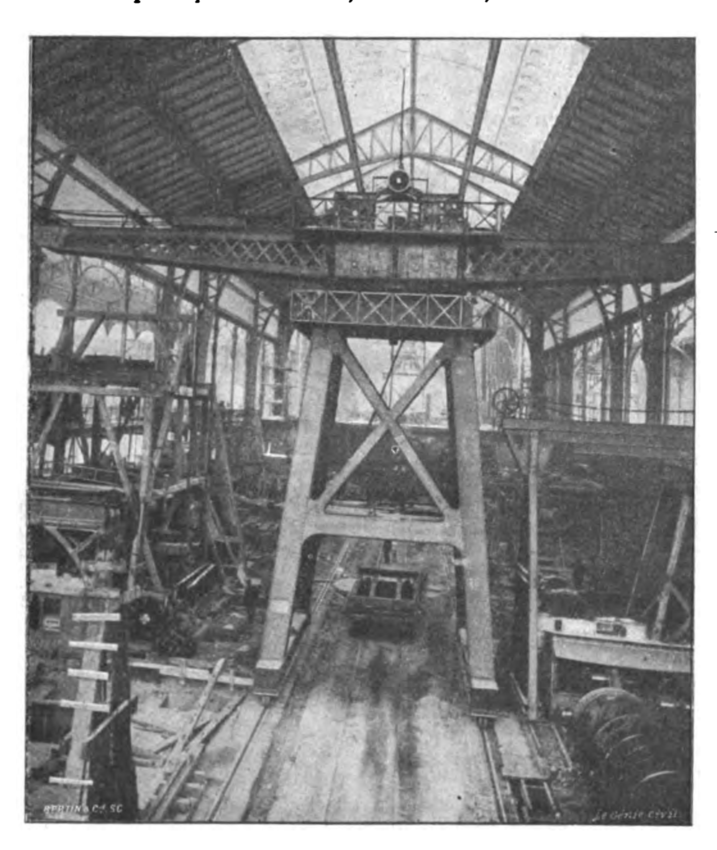


Fig. 2. — Vue de la grue au cours d'une manœuvre : orientation transversale de la volée.

*Volée.* — La volée à orientation variable (fig. 1 et 2, pl. III) est formée de deux poutres doubles à treillis, également en acier, placées à un écartement de 1m42 d'axe en axe. Sur l'un des bras de la volée se déplace le chariot mobile auquel est suspendue la charge, tandis que sur le second bras se trouve une caisse remplie de 15 tonnes de lest. Ce lest équilibre une partie de la charge ; le pivot supporte le surplus.

La stabilité d'ensemble de la grue a été calculée de telle sorte qu'une charge de 50 tonnes suspendue à l'extrémité de la volée ne puisse renverser l'appareil.

La stabilité de la volée tournante est, en outre, telle que son centre de gravité se trouve à l'intérieur de son chemin de roulement circulaire.

*Chemin de roulement de la volée.* — La volée repose sur le pylône au moyen d'un pivot central et d'un chemin de roulement circulaire, à galets, établi à 12 mètres au-dessus du sol et de 4m50 de diamètre.

Le tourillon du pivot central est fixé aux deux flasques à paroi pleine séparant les deux bras en treillis de la volée.

Les six segments en acier coulé qui constituent le chemin de roulement sont réunis et tenus centrés par la crapaudine de ce pivot. Ils sont, d'autre part, portés par le châssis supérieur du pylône.

Les galets du chemin de roulement sont au nombre de 48 ; ils sont réunis par deux cercles concentriques (fig. 1 et 2, pl. III). Des patins de forme courbée, en acier, placés sous les poutres de volée, répartissent la pression de celle-ci sur les galets, de façon à la faire porter à la fois sur quatre galets au moins. La pression exercée par le bras avant de la volée sur le chemin de roulement étant de 120 tonnes au maximum, la pression sur chaque galet ne dépasse pas ainsi la valeur de 30 tonnes.

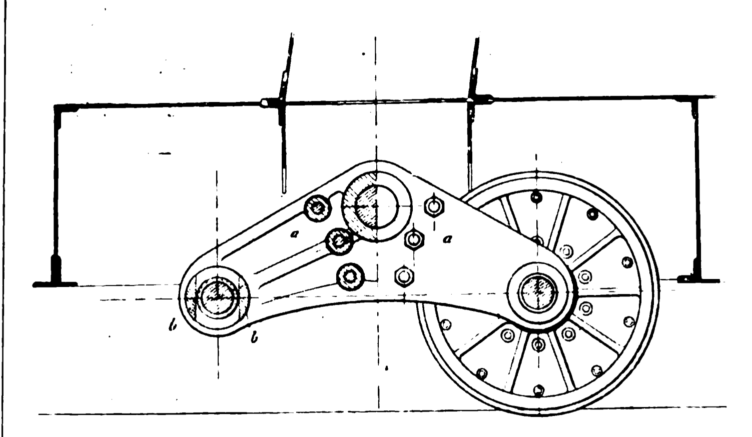



Fig. 3. — Élévation du palonnier d'une paire de galets de roulement du pylône.

*a*, palonnier en deux pièces. *b*, coussinets des galets.

Le pivot est en acier forgé. Il a 0m22 de diamètre et a été percé au centre d'un trou de 0m06 pour le passage d'un câble électrique.

*Chemin de roulement du pylône.* — L'ensemble de la construction repose, par l'intermédiaire de quatre paires de galets, sur un chemin de roulement de 6 mètres de largeur. Les galets sont montés deux à deux sous chacune des jambes du pylône, aux extrémités d'un palonnier articulé sur l'une des poutrelles de base de la construction (fig. 3 du texte et fig. 2, pl. III).

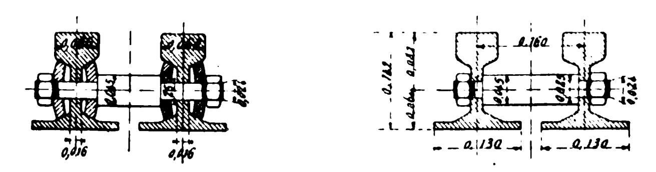


Fig. 4 et 5. — Coupes transversales.

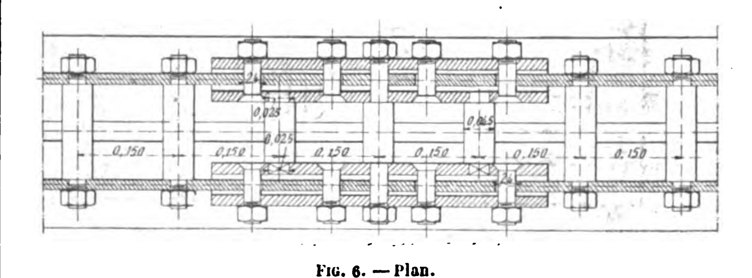



Fig. 6. — Plan.

Fig. 4, 5 et 6. — Détails du chemin de roulement du pylône.

Ces galets à double mentonnet central (fig. 3, pl. III) sont constitués par deux disques en acier munis de nervures, s'assemblant l'un sur l'autre, à recouvrement, au moyen de deux séries de boulons disposés concentriquement. Les extrémités d'axe des deux galets tournent dans des coussinets en bronze du palonnier. Une rotule placée au milieu de l'axe permet aux roues de suivre les inégalités de la voie.

On a adopté pour celle-ci des rails d'acier du plus fort échantillon, pesant 48 kilogr. par mètre courant et d'une longueur de 12 mètres (type de la Compagnie de P.-L.-M.). Ces rails sont combinés deux à deux à un écartement de 0m160 et réunis par des fuseaux cylindriques espacés de 0m150 et formant crémaillères. Les figures 4 à 6 re-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 14, p. 209.

présentent un détail de cette voie de roulement, dans la partie courante et au droit d'un des éclissages. Sur chacun de ces chemins de roulement agit une roue dentée motrice, disposée à égale distance des deux trains de galets de roulement correspondants (fig. 2, pl. III).

La construction robuste de la voie résulte de l'importance du poids de la grue elle-même, soit environ 130 tonnes et de celle des pressions provenant des charges soulevées. Les charges en porte-à-faux peuvent, en effet, produire des pressions concentrées sur les jambes du pylône et atteignant 100 tonnes. Grâce à la disposition des galets de roulement à balancier, cette pression de 100 tonnes se trouve répartie exactement sur quatre points de la voie. Chacun de ces galets exerce donc, de ce fait, sur la voie, une pression maximum de 25 tonnes. Cette pression assez considérable nécessitait un soin spécial dans la pose de la voie : les rails (fig. 2, pl. III) sont posés sur traverses en chêne très rapprochées et portant elles-mêmes sur un fort mur en maçonnerie.

Translation de la grue. — Le mouvement de translation de la grue est obtenu par un moteur électrique de 20 chevaux, placé au premier étage du pylône, dans l'axe de la grue (fig. 1, pl. III).

Le mouvement se transmet symétriquement de ce point aux deux roues dentées motrices latérales, par l'intermédiaire de trains d'engrenages et de deux arbres inclinés, établis dans le plan des faces du pylône. Ces arbres inclinés prennent appui, à leur partie inférieure (fig. 4 et 5, pl. III), au moyen de paliers en fonte, avec coussinets en bronze, sur les caissons inférieurs du pylône. Le mouvement de chacun de ces arbres se transmet à la roue motrice avec double réduction de vitesse, au moyen de deux couples d'engrenages dont l'un est conique et l'autre droit. Le dernier élément de cette transmission de mouvement est une couronne dentée droite fixée par boulons sur la roue dentée d'entraînement du pylône.

Fig. 7. — Vue de la grue au cours d'une manœuvre : orientation longitudinale de la volée.

Le moteur électrique qui détermine le mouvement de translation du pylône est à sens de rotation et à vitesse variables, à la volonté du conducteur.

Le mouvement peut être ralenti ou même cesser sans choc et instantanément, ce qui permet d'effectuer, en toute sécurité, le transport des grosses charges et la mise en place exacte des pièces délicates.

Les vitesses de translation de la grue sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Vitesse minimum, pour charge de 30 tonnes. | 4 | mètres par minute. |
| — maximum, — — | 20 | — — |
| — maximum, à vide | 24 | — — |

La manœuvre du pylône roulant forme un ensemble bien distinct des autres commandes de mouvement. Un grand commutateur, placé dans la cage du conducteur, vers le centre de la volée, permet de régler et d'interrompre à volonté le courant électrique qui se rend au moteur par un câble quadruple passant à travers le pivot creux de la volée.

Mouvements de la volée et du crochet. — Le mouvement de rotation de la volée pivotante de la grue, celui de translation du chariot mobile et celui de levage du crochet sont obtenus au moyen d'un seul et même moteur électrique placé au milieu de la plate-forme de la volée (fig. 1 et 2, pl. III). La puissance de ce moteur est de 16 chevaux ; il est à vitesse constante. Les changements de sens et de vitesse, la mise en marche et l'arrêt des trois treuils actionnés par le même arbre central sont provoqués par des moyens uniquement mécaniques.

Les embrayages se font par courroies droites et croisées qui renvoient le mouvement sur les arbres des trois treuils (fig. 8). Les treuils d'orientation et de translation se trouvent à l'arrière du centre de la grue, symétriques au treuil de levage.

Tous les mouvements se font ici par roues d'engrenages, alors que, dans le pont roulant du hall des machines étrangères, les transmissions par vis sans fin [1] étaient employées de préférence.

La commande des treuils par courroies permet d'obtenir certains avantages, par exemple une mise en marche douce et sans choc et un fonctionnement silencieux. De plus, les accidents si fréquents provenant de surcharges et d'efforts imprévus sont évités, car les courroies glissent dès que l'effort exercé sur elles est supérieur à ceux calculés.

Bien qu'au point de vue électrique cette construction purement mécanique de trois mouvements réversibles et à vitesses variables soit à critiquer, elle semble présenter de sérieux avantages au point de vue de la facilité de réparation des avaries légères.

Les trois mouvements précédemment définis de la volée et de la charge s'effectuent aux vitesses suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Vitesse d'orientation de la volée par minute | mètres. | 4 » |
| — du chariot sur la volée — | | 11,50 |
| Grande vitesse de levage pour charge de 10 tonnes | | 2,10 |
| — de descente pour charge de 10 tonnes | | 2,50 |
| Petite vitesse de levage pour charge de 30 tonnes | | 1,10 |
| — de descente pour charge de 30 tonnes | | 3,40 |

Le principal organe du treuil de levage est une chaîne Galle (fig. 8) de 25 mètres de longueur s'enroulant sur un tambour étroit,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 26, p. 413.

en tôle, de $1^m80$ de diamètre. La rotation du tambour se fait par entraînement par courroie (fig. 9). Cette même courroie fait frein et, au retour, empêche la chaîne de se dérouler plus rapidement que la noix ne l'exige. La chaîne est soutenue dans la partie horizontale de la volée par deux supports mobiles qui s'ouvrent pour laisser passer les poulies à chaîne et se referment après leur passage. Le crochet supporté par cette chaîne Galle peut effectuer une course verticale de $12^m50$ à partir du sol et une course horizontale minimum de $8^m50$.

Le treuil de levage est muni d'un double système de freins formant mécanisme de sûreté. Un premier frein arrête les poulies en débrayant

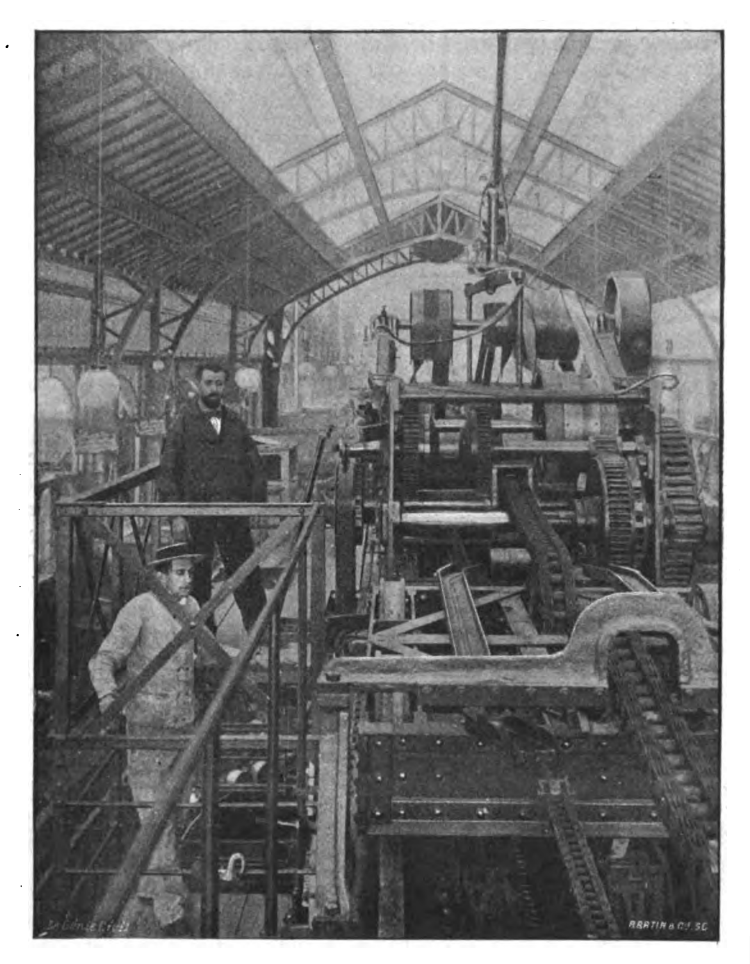


Fig. 8. — Vue des treuils et du chariot mobile.

les courroies; le second frein indépendant arrête l'enroulement ou le déroulement de la chaîne quand les courroies cessent d'agir.

*Prise de courant.* — Le courant électrique, à la tension de 240 volts, est amené à la grue par deux fils de cuivre tendus dans l'axe du hall, sous le faîtage du bâtiment; un trolley à double galet (fig. 10 et 11) oscille et pivote à la partie supérieure de la grue, au-dessus des treuils. Il permet de recueillir le courant et l'amène au tableau installé dans la cage du conducteur. Cette cage est bien en vue et permet au conducteur, assis, de suivre facilement les opérations à exécuter.

La grue Titan est en fonctionnement dans le hall des machines françaises depuis le 8 février. Son service de jour et de nuit n'a été entravé par aucun arrêt, malgré le froid, l'humidité et la poussière.

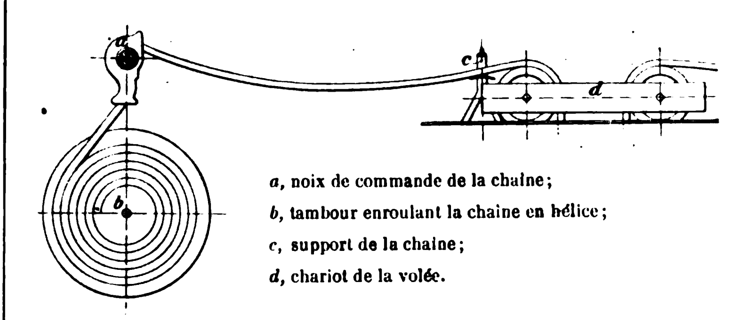



Fig. 9. — Tambour d'enroulement de la chaîne Galle.

Pendant la durée de l'Exposition, elle fonctionnera tous les jours de 11 heures à midi, pour le service de l'entretien de l'éclairage électrique de la galerie.

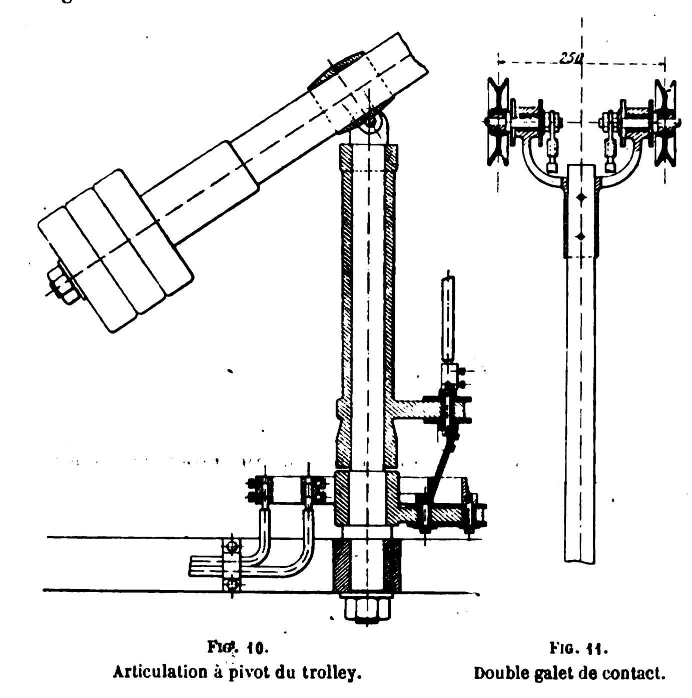



Fig. 10. Articulation à pivot du trolley. — Fig. 11. Double galet de contact.

Fig. 10 et 11. — Prise de courant de la grue.

Cet intéressant engin de levage a été étudié et construit par M. Jules Le Blanc, Ingénieur-constructeur, à Paris, d'après l'avant-projet de M. Guyenet.

Alfred Boudon,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

---

## PHYSIQUE INDUSTRIELLE

### UTILISATION DES COMBUSTIBLES LIQUIDES

*(Suite et fin [1].)*

*Sécurité offerte par l'emploi des combustibles liquides.* — La sécurité que peuvent offrir les combustibles liquides a fait l'objet d'expériences intéressantes entreprises par M. Tweddle et que nous résumons ci-après.

L'huile résiduelle, dont le point d'inflammabilité est de 121 à 149°, est la plus convenable pour la combustion sur les steamers. Comme elle est emmagasinée dans des réservoirs situés au-dessous de la ligne de flottaison, un trop grand échauffement n'est pas à redouter. Dans une huile de cette catégorie, on peut plonger un fer rougi au feu ou jeter des pelletées de charbon incandescent sans risquer qu'elle s'enflamme.

Le Gouvernement français a entrepris des essais pour s'assurer de la possibilité d'employer le pétrole comme combustible sur les torpilleurs. Dans ce but, on fit flotter sur un radeau des fûts de pétrole protégés par des tôles d'acier semblables à celles des parois d'un torpilleur. Un canon à tir rapide fut tiré, à 100 mètres de distance, sur les fûts de pétrole qui prirent feu. Les autorités navales en conclurent que le danger du pétrole comme combustible pour les torpilleurs était complètement démontré. Or, d'après l'auteur, l'essai prouve seulement que l'espèce d'huile employée ne pouvait pas convenir aux usages de la marine.

En 1892, M. Tweddle entreprit des essais pratiques analogues en se servant d'un canon de campagne. Dans une première expérience, on entassa un grand nombre de fûts de benzine sur lesquels on tira à des distances de 547 et 730 mètres. Les premiers coups ne firent qu'éventrer quelques fûts et amener l'écoulement d'une certaine quantité de benzine. Ensuite un obus fit explosion dans une pile de fûts qui furent projetés au loin, mais le feu ne prit pas, probablement parce que la flamme provenant de la combustion de la poudre n'avait pas assez de durée pour enflammer les gaz après leur mélange avec l'air. On sait, en effet, que la benzine ne fait pas explosion par elle-même; il faut qu'elle soit mélangée à une certaine proportion d'air. Un autre obus, éclatant parmi les fûts, y mit le feu, démontrant ainsi que des vapeurs inflammables s'étaient formées et n'attendaient qu'une flamme pour prendre feu.

La même expérience fut renouvelée avec du kérosène et de l'huile minérale brute; elle donna des résultats pratiquement semblables.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 2, p. 22.

Puis on essaya une huile ayant, d'après les essais, un degré d'inflammabilité de 115°. Le seul résultat obtenu fut le renversement des fûts. On tira ensuite avec des shrapnels : les fûts furent simplement perforés ; l'huile se répandit et les obus faisant explosion n'eurent aucun effet pendant toute la durée du tir.

Enfin, dans un réservoir rempli de la même huile, on introduisit une boîte de cartouches contenant 2kg 500 de poudre grossière et suspendue par un fil métallique, puis on y mit le feu au moyen d'un courant électrique. Une colonne d'huile fut projetée à plusieurs mètres sans produire aucun incendie. Cet essai fut répété plusieurs fois et donna toujours le même résultat.

Plusieurs expériences ont également été entreprises avec de forts explosifs, de la dynamite notamment ; les résultats se traduisirent toujours par des projections d'huile, mais il n'y eut jamais inflammation.

Il est donc permis de conclure de ces essais que le pétrole de qualité supérieure, c'est-à-dire ayant un point d'inflammabilité assez élevé, n'offre aucun danger. Il présente même, sur les navires, plus de sécurité que le charbon, car il n'est pas sujet à la combustion spontanée, cause de beaucoup plus de malheurs qu'on ne le croit généralement, puisque le nombre des navires emportant du charbon et classés chaque année comme « manquants » est toujours proportionnellement plus élevé que celui des navires emportant toutes autres marchandises. Le nombre des cas d'échauffement varie de 1,4 à 2 % [1].

Nous avons dit plus haut que le combustible pulvérulent n'offrait pas tous les avantages du combustible liquide ; c'est qu'en effet, il est, plus que tout autre, sujet à la combustion spontanée, en raison même de son état de division qui favorise l'action de l'air.

Le pétrole exposé à l'air en absorbe aussi l'oxygène, mais très lentement, tandis que le charbon, et particulièrement quelques variétés de charbons bitumineux, absorbent rapidement l'oxygène ; leurs hydrocarbures se transforment en eau et acide carbonique, avec un dégagement de calories représentant, au bout de neuf mois, 50 % de la valeur calorifique initiale. Cette combustion lente est, en outre, accélérée par l'humidité.

Quoique le plus grand inconvénient des navires de guerre soit leur faible capacité pour l'emmagasinement du combustible, on a prétendu que la substitution d'un combustible liquide au charbon diminuerait la protection du navire, les soutes à charbon étant aménagées de façon que leur contenu protège les parties vitales de ce dernier. Mais c'est là une faible objection, car cette protection n'est efficace qu'autant que les soutes sont pleines et, comme il est plus que probable que les combats navals ne seront jamais engagés immédiatement après le remplissage des soutes, l'espace vide au-dessus des couches de charbon sera occupé par des gaz dont la présence peut être dangereuse dans le cas où un obus viendrait à y faire explosion. On a bien essayé d'éviter l'accumulation de ces gaz au moyen d'une active ventilation ; mais cette pratique a été combattue par le professeur Clowes, de Nottingham, qui prétend que le renouvellement d'air amène un dangereux échauffement, surtout si le charbon est hygrométrique.

*Emmagasinement et manutention du combustible liquide.* — Les réservoirs d'huile employés sur la terre ferme sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les décrire. Qu'il nous suffise de constater qu'une grande installation de réservoirs d'huile est plus économique que celle nécessaire à l'emmagasinement du charbon, qui exige une machinerie compliquée pour sa manutention, tandis qu'il suffit d'une pompe et d'un système de conduites très simple pour amener le combustible liquide dans les réservoirs. En outre, ce dernier combustible se conserve pendant plusieurs années sans altération.

A bord des navires, les avantages sont encore plus évidents, puisqu'il suffit de loger l'huile dans les water-ballast, d'où on l'envoie dans les réservoirs de service qui alimentent les foyers. Lorsque les water-ballast sont vides d'huile, on peut les remplir d'eau si la stabilité du bâtiment l'exige. On peut aussi, dans certains cas, transporter l'huile d'une extrémité à l'autre du navire par un simple maniement de robinets-valves appropriés.

Les opérations du charbonnage sont des plus désagréables, en raison de leur lenteur et de la poussière qu'elles produisent. Pour prendre de l'huile, au contraire, il suffit d'établir une liaison au moyen d'un tuyau flexible et le remplissage des réservoirs établis à bord s'effectue dans un temps relativement court. Ce n'est qu'au prix d'installations spéciales et coûteuses que l'on peut embarquer 100 tonnes de charbon à l'heure. Sur les grands steamers de 3000 tonnes de capacité, le chargement demande généralement deux jours et occupe 40 ou 50 hommes. La dépense varie entre 2500 et 5000 francs.

La combustion du charbon amène à la sortie de la cheminée une grande quantité de suie et de cendres, ce qui nuit beaucoup à la propreté du navire; il faut dépenser un temps appréciable pour le nettoyage des ponts, l'essuyage et le frottage des grilles et la remise en peinture des ouvrages supérieurs. On estime que ce travail est double de ce qu'il était quand les navires marchaient à la voile. Avec l'emploi de l'huile comme combustible, les navires peuvent, avec moins de temps et de peine, être maintenus dans un grand état de propreté.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXII, n° 12, p. 212.

L'huile offre encore l'avantage de pouvoir être approvisionnée en pleine mer, de bord à bord de deux steamers, lorsque le temps le permet; il suffit pour cela d'effectuer la liaison de tuyaux flexibles. Si, au contraire, la mer est mauvaise, on peut remorquer un chaland contenant de l'huile et, tandis que le steamer marche à une vitesse lente, on peut jeter des tuyaux flexibles suivant la ligne de remorque et pomper l'huile rapidement. Le charbonnage à la mer est impraticable, sauf par des temps exceptionnellement calmes; il ne se fait alors qu'à raison de 30 tonnes de charbon à l'heure, pour un grand navire de guerre, sans compter la somme de travail et le temps dépensés, et la complication des dispositifs nécessaires.

Dans les grands bâtiments, l'équipe des approvisionneurs de charbon représente une partie importante de l'équipage. Avec l'emploi de l'huile, tous ces manœuvres deviennent inutiles, puisque l'amenée du combustible aux fourneaux n'exige qu'un homme pour plusieurs chaudières.

La difficulté de trouver de bons chauffeurs a toujours été une question essentielle dans la marine; ce n'est pas en un jour que l'on forme un chauffeur, et l'Ingénieur naval apprécie hautement l'importance de leur rôle quand il se trouve dans la nécessité de forcer la vitesse d'un navire jusqu'à sa limite extrême. Or, plus on force la puissance d'une chaudière, plus l'avantage offert par le combustible liquide se fait sentir. Le chauffeur desservant une chaudière où l'on emploie l'huile comme combustible, n'a, d'ailleurs, pas besoin de développer une grande force musculaire; en conséquence, il sera probablement plus sobre que le chauffeur ordinaire dont la vie est des plus pénibles.

Avec l'emploi du combustible liquide, les feux sont constants et la pression dans la chaudière peut également être maintenue constante.

La température de la salle est, du reste, inférieure à celle qui se développe dans les salles de chaudières chauffées avec du charbon; cela provient de ce que les portes des foyers n'ont pas besoin d'être ouvertes et qu'il n'y a pas de cendres à enlever.

En ce qui concerne la question de l'espace nécessaire aux approvisionnements, il y a lieu de remarquer que le combustible liquide pèse de 850 à 1 000 kilogr. le mètre cube, ce qui représente environ 1m3 133 à la tonne, c'est-à-dire à peu près autant que le charbon; mais, en pratique, une tonne d'huile remplace près de deux tonnes de charbon et, si l'on tient compte de l'arrimage difficile des morceaux de houille, une tonne d'huile occupe 40 à 50 % seulement de l'espace occupé par une tonne de houille.

On a accordé quelque attention à la solidification du pétrole; mais, par l'emploi de ce combustible solide, on perdrait une partie des avantages du pétrole liquide, car la facilité de manutention de l'huile tient surtout à sa fluidité. D'autre part, pour solidifier le pétrole, on doit le mélanger à de la sciure de bois, à du charbon pulvérisé ou à toute autre substance inerte; on fait même des émulsions dans lesquelles on emploie des alcalis, mais ceux-ci n'ajoutent rien aux qualités thermiques du combustible et doivent même exercer une influence nuisible à la conservation des foyers où on les utilise.

*Résumé des autres avantages offerts par l'emploi du combustible liquide* [1]. — En dehors des avantages généraux que nous venons d'énumérer, il en est d'autres moins importants, mais intéressants au point de vue pratique. Nous résumons ci-après tous ces avantages :

1° Diminution des pertes de chaleur par la cheminée, résultant de la propreté des tubes de chaudière et de la moindre quantité d'air qui pénètre dans la chambre de chauffe pour une consommation donnée de combustible;

2° Meilleure distribution de la chaleur dans la chambre de combustion, puisque les portes n'en sont jamais ouvertes et, comme conséquence, meilleur rendement;

3° Avec l'huile, on n'a pas de foyers encrassés, comme cela arrive. lorsqu'on pousse les feux, avec le charbon ;

4° Réduction des frais de manutention du combustible, puisque, dans ce cas, elle se fait tout entière mécaniquement ou par gravité, tandis que le combustible solide exige une main-d'œuvre importante;

5° Suppression de l'emploi des ustensiles à feux et des barreaux de grilles et, par suite, moins de dommages à craindre pour les revêtements des foyers et des soles ;

6° Suppression de la poussière de charbon et des cendres, qui recouvrent ou remplissent les tubes et diminuent ainsi la surface de chauffe et, conséquemment, suppression de la main-d'œuvre nécessaire pour l'enlèvement de ces corps ;

7° Le pétrole ne se détériore pas lorsqu'il reste emmagasiné ; il évite les dépenses de manutention, les pertes par effritement, l'obligation de charger les feux et d'enlever les mâchefers, etc. ;

(1) A la catégorie des combustibles liquides on peut rattacher les goudrons provenant de la distillation ou de la gazéification du bois, très employés dans les forges suédoises, et les huiles lourdes des usines à gaz, très riches en calories, et que l'on rejette trop souvent comme inutilisables.

8° Facilité et rapidité de réglage des feux, depuis l'allure lente jusqu'à l'allure la plus rapide de combustion ;

9° Absence de soufre et d'autres impuretés et, par suite, durée plus longue des tôles, etc. ;

10° Diminution du travail manuel à demander au chauffeur ;

11° Grand accroissement de la puissance de vaporisation, comme le prouve la nécessité dans laquelle se sont trouvés certains industriels de l'Ohio et de la Pensylvanie d'accroître la capacité de leurs chaudières d'environ 35 %, lorsqu'il leur a fallu revenir à l'emploi du charbon.

En dehors de l'accroissement de vitesse et de la puissance de vaporisation, il est un autre avantage qu'on ne doit pas perdre de vue, quand il s'agit de navires de guerre, c'est la facilité avec laquelle l'emploi du combustible liquide permet de modifier rapidement l'intensité des feux. Le travail demandé aux bâtiments de guerre est entièrement différent de celui d'un paquebot ; en effet, celui-ci part de la jetée en maintenant une allure presque uniforme jusqu'à sa destination, tandis que le navire de guerre est appelé à changer constamment sa vitesse et, dans les évolutions de la flotte, doit conformer cette vitesse à celle des autres navires. Les feux sont donc constamment modifiés et il en résulte, dans le cas du charbon, des efforts anormaux développés dans les tôles de chaudières et, par suite, des désassemblages de joints et des fuites. Avec le combustible liquide, ces difficultés sont aplanies dans une large mesure, parce que les feux peuvent être facilement accrus ou diminués sans donner lieu à des efforts préjudiciables.

Malgré tous ces avantages, il ne faut pas se dissimuler que la généralisation de l'emploi du combustible liquide se heurte aux obstacles suivants :

1° Répugnance à admettre tout perfectionnement ;

2° Opposition des propriétaires de charbonnages ;

3° Augmentation probable de la dépense ;

4° Difficulté de se procurer du combustible liquide.

La consommation du charbon dans le monde entier est d'environ 600 millions de tonnes par an, tandis que celle du pétrole n'atteint que 17 millions de tonnes, dont la majeure partie est utilisée pour l'éclairage ou la lubrification ; l'emploi du pétrole comme combustible restera donc limité à un petit nombre de cas.

D'autre part, il y a lieu de considérer que, si la Russie et les États-Unis sont les seules contrées qui puissent produire assez de pétrole pour en garantir l'adoption, on devra, dans les autres contrées, prévoir le cas où ce liquide ne serait pas fourni en quantité suffisante et d'une façon assez régulière. C'est pour cette raison que M. Tweddle recommande d'aménager les foyers de telle sorte qu'on puisse, sans y apporter de grandes modifications, y brûler à volonté du charbon ou du pétrole. Il suffira, pour cela, de laisser en place les barreaux de grille et de les recouvrir de charbon ou de briques. Quant aux brûleurs à huile, ils seront montés sur pivots de façon à pouvoir, dans le cas d'emploi du charbon, être simplement remisés en dehors, sur le côté du fourneau. La figure 1 représente un dispositif de ce genre.

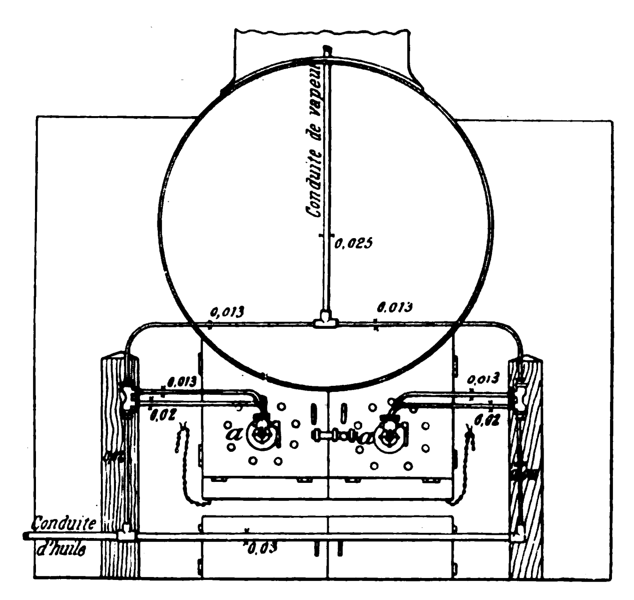



Fig. 1. — Façade d'un foyer à combustible soit solide, soit liquide.

La chaudière tubulaire est chauffée au moyen de deux brûleurs *a*, *a*, montés sur les charnières *b*, *b*. La vapeur est amenée au-dessus, l'huile en dessous. Quand on ne doit pas employer les brûleurs, ils sont rejetés de côté et les portes du foyer peuvent être ouvertes comme d'habitude.

*Applications industrielles du combustible liquide.* — En dehors des applications déjà mentionnées, M. Tweddle signale les excellents résultats qui ont été obtenus dans les forges. Le fer est plus rapidement chauffé et il est plus propre que par les procédés ordinaires. Dans l'installation d'une forge à pétrole, il est préférable d'employer l'air au lieu de la vapeur, pour la pulvérisation. On se servira, à cet effet, d'un fort ventilateur.

La figure 2 montre la disposition à adopter pour une forge circulaire. Le bâti cylindrique *a* est formé d'un réservoir en fer, rempli de briques réfractaires laissant une ouverture centrale, de 0m075 à 0m10 de diamètre, jusqu'au fond du cylindre où elle est fermée par une porte articulée *b*. Un conduit *c* amène le vent provenant d'un tuyau *d* ; un diamètre de 0m05 suffit pour les travaux ordinaires, par exemple, pour souder du fer de 0m10. A quelques centimètres de l'extrémité du tuyau à vent est vissé un tube à entonnoir *e* pointant dans la direction du vent ; la distribution d'huile est réglée à travers le conduit *f* par un petit robinet. On enfonce au-dessus de la porte *b* un tampon d'argile réfractaire pour protéger cette porte ; on lance le vent et on ouvre le robinet à huile. Celle-ci est pulvérisée, puis enflammée par une torche en *g*, ou simplement par quelques copeaux introduits à la partie inférieure du tube central. En quelques instants, l'ouvrage en briques est chauffé à blanc et le vent projette une flamme blanche et bruyante à plus de 3 mètres au-dessus de l'ouverture *g*.

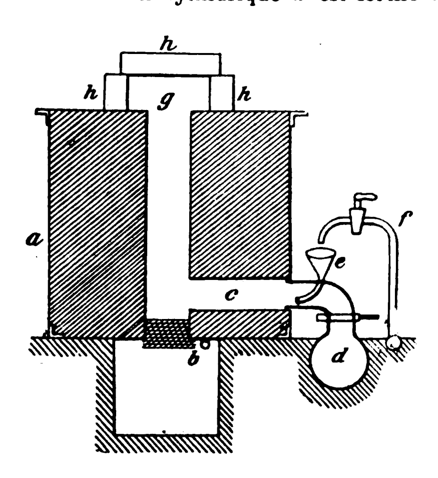



Fig. 2. — Forge chauffée au pétrole.

Dans les travaux ordinaires, on n'emploie qu'un mince filet d'huile et l'on n'a qu'une très courte flamme en *g* ; mais l'ouvrage en briques devient incandescent. Quelques briques réfractaires *h*, *h*, *h*, placées près de l'ouverture, pour permettre de suivre le travail à la main, complètent cette installation. Si, au contraire, on donne un fort coup de vent et qu'on use une quantité suffisante d'huile, l'ouvrage en briques commence bientôt à fondre ; aussi, dans la pratique ordinaire, devra-t-on recouvrir le passage central. Le laitier, s'accumulant au-dessus de la porte *b*, boucherait bientôt le passage du vent ; on l'enlèvera, le cas échéant, en le piquant par-dessous, la porte étant ouverte.

Pour le travail au creuset, on a aussi employé le pétrole avec avantage. Il est amené aux tuyères avec le vent, de la même manière que pour la forge. Une maison anglaise de Cornwall a construit des fourneaux à creuset pour la fabrication des bronzes et laitons [1], où l'on arrive à traiter 20 kilogr. de matière dans l'intervalle d'une demi-heure. Les pertes de métal par projection sont nulles ; le métal granulé n'étant pas mêlé au combustible peut se retrouver après l'opération.

Nous ne connaissons pas d'applications du chauffage au pétrole dans les hauts fourneaux, mais rien ne s'oppose à son utilisation comme auxiliaire dans les localités où le prix du pétrole le permet.

Il y a quelques années, M. Tweddle ayant eu à sa disposition une assez grande quantité de benzine eut l'idée de construire un four spécial pour l'utilisation de ce liquide comme combustible.

Dans ce four (fig. 3 et 4), les gaz de la combustion trouvent, de part et d'autre de la porte de chargement, deux issues, l'une *a* les conduisant à la cheminée, l'autre *a'* les amenant à une chambre de vaporisation contenant une série de tuyaux en serpentins *d*, *d*, *d*, à travers lesquels passe la benzine amenée d'un réservoir placé à 60 mètres environ au-dessus du four. Un tuyau partant de la chambre de vaporisation conduit la vapeur de benzine aux ajutages *b*, *b*, *b*.

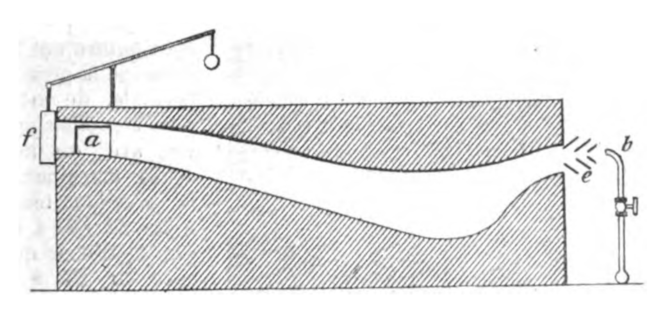
Supposons le four froid au début de l'opération ; on ouvre lentement un des ajutages *b*, la benzine en jaillit sous une pression due à la chute de 60 mètres. On produit un courant d'air artificiel ; on allume le mélange et bientôt le four atteint la température du rouge, les produits de la combustion s'échappant par la cheminée en *a*. Mais en laissant le registre *a'* légèrement ouvert, une partie des gaz chauds se répand dans la chambre de vaporisation, où les tuyaux *d* se trouvent suffisamment chauffés pour que la benzine sorte à l'état de gaz par les ajutages *b*. Le gaz entraîne avec lui une certaine quantité d'air, dont le mélange se fait au milieu des chicanes disposées en *e*, *e*, *e*.

Un essai préliminaire est nécessaire pour amener la température de la chambre de vaporisation au degré convenable (presque au rouge), de façon que les tuyaux ne soient pas surchauffés, ce qui amènerait la décomposition de la benzine et, par suite, la production d'un dépôt de charbon dans ces tuyaux. Mais une fois ce point déterminé, le courant de gaz peut être maintenu constant et la tempé-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 23, p. 369.

rature facilement réglée. Le métal ou le minerai est ensuite chargé dans le four par la porte *f*; il entre en fusion, coule à la partie inférieure et est extrait comme d'habitude.

Conclusions. — Les avantages du combustible liquide, et principalement du pétrole de qualité supérieure, sont tels que l'on devra



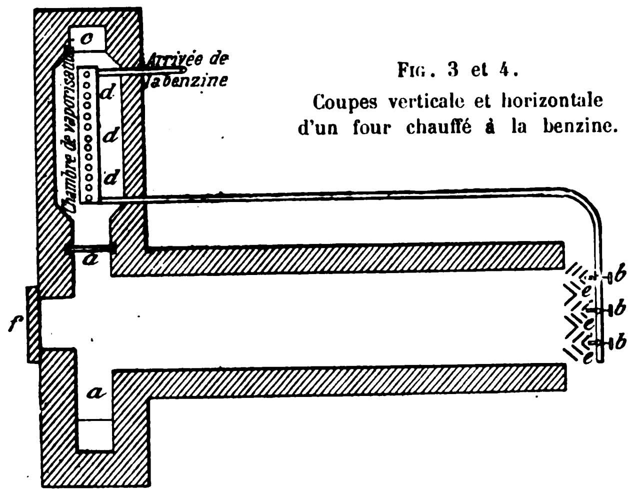




Fig. 3 et 4.
Coupes verticale et horizontale d'un four chauffé à la benzine.

chercher à l'utiliser toutes les fois que les conditions le permettront. En toute autre circonstance, on aurait intérêt à brûler le charbon par un procédé se rapprochant le plus possible de celui employé pour le pétrole, c'est-à-dire en le pulvérisant et en l'injectant de telle sorte que sa combustion soit assurée par un intime mélange avec l'air. Enfin il serait désirable que nos chaudières marines soient toujours aménagées de façon à pouvoir brûler indistinctement soit du charbon soit du combustible liquide.

H. Guérin,
*Ingénieur des Arts et Manufactures,*
*Inspecteur des services de l'Éclairage et du Chauffage au Chemin de fer du Nord.*

## PREMIÈRE MACHINE SOUFFLANTE
### actionnée par les gaz de hauts fourneaux.

Communication faite le 9 mai 1900, à l'Institut du fer et de l'acier, par M. A. Greiner.

M. A. Greiner, Directeur général de la Société Cockerill, vient de faire une nouvelle et très intéressante communication à l'*Iron and Steel Institute* sur l'utilisation directe des gaz de hauts fourneaux pour la production de la force motrice. On sait qu'il y a deux ans, cet Ingénieur avait déjà communiqué au même Institut les résultats des essais poursuivis dans ce but, pendant plusieurs années, par la Société Cockerill, et le *Génie Civil* a publié alors *in extenso* cette communication (1).

A cette époque, ladite Société avait déjà construit un moteur à gaz de hauts fourneaux de 200 chevaux, et M. Greiner annonçait que la puissance de pareils moteurs serait bientôt portée à un chiffre beaucoup plus élevé. Cette prévision s'est réalisée et les résultats communiqués à la séance du 9 mai dernier de l'*Iron and Steel Institute* sont relatifs à un moteur à gaz de 600 chevaux actionnant une machine soufflante, moteur analogue à celui de 1000 chevaux qui figure à l'Exposition de 1900, dans le Palais de la Mécanique, Classe 19, Groupe IV.

Nous donnons ci-après *in extenso* la communication de M. Greiner.

(N. D. L. R.)

J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'*Iron and Steel Institute* un court résumé des résultats obtenus, aux Établissements Cockerill, avec la première machine soufflante qui ait jamais fonctionné par l'emploi des gaz de hauts fourneaux. C'est une grande satisfaction pour moi de constater que ce problème, dont j'indiquais déjà les termes dans ma communication lue ici en mai 1898, a été résolu d'une façon remarquable par M. Delamarre-Deboutteville et les Ingénieurs de la Société Cockerill, ainsi que je vais le dire en rapportant les essais faits récemment sur une machine soufflante de 600 chevaux, qui fonctionne depuis le 20 novembre 1899 avec les gaz bruts des hauts fourneaux de Seraing.

M. Hugh Savage a donné, au meeting de mai 1899 de cet Institut, les dimensions et le programme de cette machine :

| | | |
|---|---|---|
| Cylindre à gaz. . . . . . . . | diamètre. | 1m30 = 4 pieds 3 pouces. |
| — à vent . . . . . . . | — | 1m70 = 5 pieds 7 pouces. |
| Course . . . . . . . . . . . . . . . . | | 1m40 = 4 pieds 3 pouces. |
| Nombre de tours . . . . . . . . . . . | | 80 par minute. |
| Force indiquée . . . . . . . . . . . . | | 700 chevaux. |
| — effective. . . . . . . . . . . . | | 550 — |

en air comprimé à 35 à 40 centimètres de mercure, ou 6,7 à 7,75 livres par pouce carré.

La figure ci-jointe montre l'ensemble de cette machine.

M. le professeur Hubert, de l'École des Mines de Liège, a procédé à une série d'expériences très précises sur la consommation, la marche et le rendement de la machine, expériences auxquelles assistaient MM. A. Witz, de Lille, Bryan Donkin, de Londres, le professeur Meyer, de Göttingen, Dwelshauvers-Dery, de Liège, et d'autres notabilités industrielles.

Son rapport, qui sera publié *in extenso* sous peu, me servira à indiquer les résultats obtenus en présence de ces savants et démontrera péremptoirement que le programme qui avait été tracé, a été non seulement réalisé, mais dépassé considérablement.

Le premier jour, 20 mars, on a essayé la machine en tant que moteur à gaz; à cet effet, le cylindre soufflant a été découplé et un puissant frein à cordes, installé sur le prolongement de l'arbre moteur, absorbait le travail produit. La puissance observée a dépassé 600 chevaux effectifs; elle a varié, pendant la journée, depuis 561 chevaux minimum jusque 670 chevaux maximum, la moyenne de l'essai étant de 575 chevaux exactement.

Le pouvoir calorifique du gaz, mesuré à la bombe calorimétrique de M. A. Witz, a donné les chiffres suivants (1) :

Minimum, 965 calories; maximum, 999 calories; moyenne, 984,4.

La consommation de gaz par cheval effectif et par heure, à pleine charge, a été de $3^{m3}156 = 111{,}40$ pieds cubes, et, par cheval indiqué, de $2^{m3}560 = 90{,}37$ pieds cubes (2).

Le second jour, 21 mars, le frein fut découplé et la machine marcha avec le cylindre soufflant. En agissant sur la vanne de sortie, on faisait varier la pression du vent.

Pendant trois heures, dans la matinée, on a marché à 84 tours en soufflant à 40 centimètres de mercure = 7,75 livres par pouce carré.

L'après-midi, on a marché pendant 3 heures aussi, mais à 94 tours par minute, en soufflant à 45 centimètres de mercure = 8,72 livres par pouce carré.

Enfin, pour terminer l'expérience, on a marché à la forte pression de 62 centimètres de mercure = 11 1/2 livres par pouce carré, à l'allure lente de 62 tours par minute.

La qualité du gaz a paru un peu meilleure le 21 que la veille. La puissance observée a été de 561 chevaux effectifs le matin et 725 l'après-midi; la consommation de gaz a été, par heure le matin, de :

$3^{m3}113 = 109{,}88$ pieds cubes par cheval effectif;
$2^{m3}345 = 82{,}77$ — — indiqué;

et, par heure l'après-midi, de :

$2^{m3}863 = 101{,}06$ pieds cubes par cheval effectif;
$2^{m3}333 = 82{,}35$ — — indiqué.

Le pouvoir calorifique du gaz était en moyenne de :

991 calories, d'après Witz, le matin;
1 004 — — l'après-midi (3).

Le rendement thermique, ou rapport entre le travail développé dans le cylindre et le travail équivalent à la chaleur de combustion du gaz, a été de 30 % dans l'essai du 21 mars. Approximativement le bilan calorifique de la machine peut s'établir comme suit :

| | |
|---|---|
| Chaleur convertie en travail dans le cylindre . . . . | 30 |
| — cédée à l'eau de circulation . . . . . . . . | 50 |
| — emportée par les gaz et pertes . . . . . . . | 20 |
| Total. . . . . . . . | 100 |

Ce rendement est très remarquable. On sait, en effet, que dans une machine à vapeur parfaite, ce rendement, y compris les chaudières, ne dépasse jamais 12 %, selon le professeur Hubert. Dans nos ma-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 3, p. 40. — Voir aussi, au sujet de l'utilisation des gaz de hauts fourneaux dans les moteurs à explosion, les articles de M. Dutreux, t. XXXIII, n° 12, p. 181 et n° 13, p. 197.

(1) Le pouvoir calorifique du gaz a varié de 798 à 937 calories par mètre cube, moyenne 860, mesuré au calorimètre de Junker.

(2) Nous répétons que ce gaz est brut, pas autrement nettoyé que par les moyens ordinaires, et tel qu'il est employé sous les chaudières des hauts fourneaux; il n'est donc pas épuré spécialement.

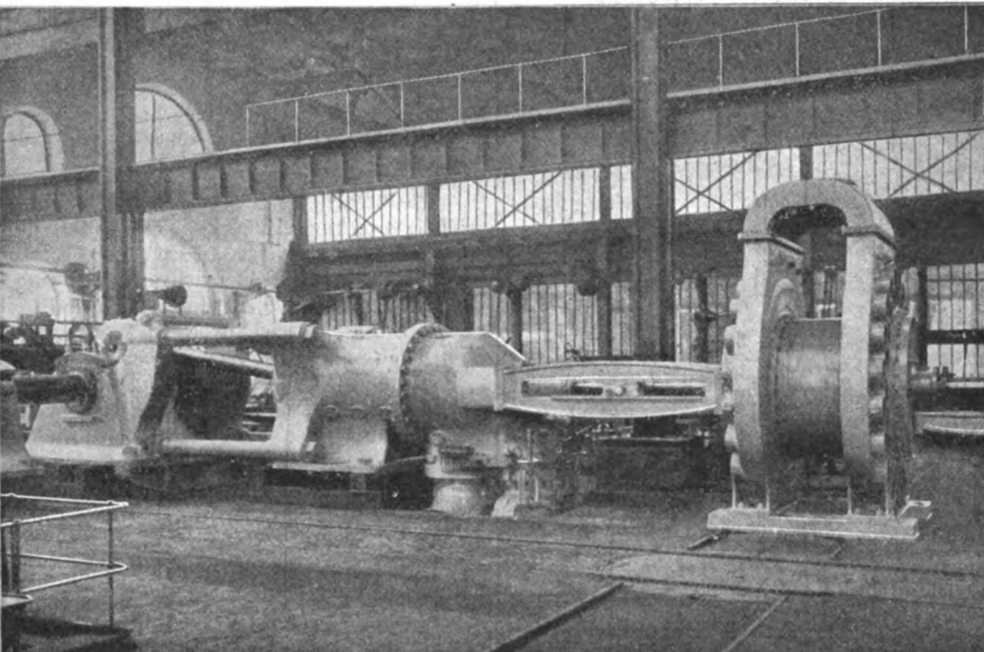
(3) 876 calories, d'après Junker, le matin;
888 — — l'après-midi.



chines soufflantes habituelles, ce chiffre est beaucoup plus bas et descend souvent à la moitié. S'il en est ainsi, l'expérience justifierait l'opinion que j'ai exprimée il y a deux ans, à savoir que la machine à gaz ne consomme que $^1/_6$ à $^1/_5$ du gaz employé pour la production de la vapeur nécessaire à une machine à vapeur de force équivalente.

Il résulte encore des expériences du professeur Hubert que le rapport entre le travail en vent soufflé et le travail correspondant à la combustion du gaz est de 22 %, d'après les chiffres donnés par M. Witz, ce qui est un résultat magnifique (1).

En résumé, la machine de 600 chevaux marque un nouveau progrès dans la construction des moteurs à gaz. Alors qu'en juillet 1898 M. le professeur Witz trouvait que la consommation de la machine de 200 chevaux, de $3^{m^3}33 = 117,54$ pieds cubes de gaz par cheval-heure, était « presque inespérée », il est établi que la dépense, pour des gaz sensiblement semblables à ceux de 1898, descend à 3 mètres cubes = 105,90 pieds cubes, et même au-dessous, pour la machine de 600 chevaux.



Machine soufflante de 600 chevaux actionnée directement par un moteur à gaz de hauts fourneaux.

Cette machine produit facilement 150 à 180 tonnes de fonte par 24 heures à l'usine de Seraing.

Mais nous ne comptons pas nous arrêter là. Dès maintenant nous terminons les dessins de trois machines soufflantes de 1 200 chevaux qui nous sont commandées par une usine de Lorraine dont les hauts fourneaux produisent 300 tonnes par jour avec des minerais oolithiques à 30 % de fer. Le problème à réaliser est le suivant : fournir 600 mètres cubes = 21 180 pieds cubes d'air, par minute, à la pression normale de 95 centimètres de mercure = 19 livres par pouce carré. Nous comptons le résoudre au moyen de deux cylindres à gaz tandem d'un diamètre de $1^m30$ = 4 pieds 3 pouces, avec un cylindre soufflant d'un diamètre de $1^m85$ = 6 pieds.

De même que, dans la machine de 600 chevaux, nous avons pu obtenir une pression maximum d'une fois et demie la pression normale, de même nous comptons arriver, avec ces nouvelles machines, à la pression maximum de 130 à 150 centimètres de mercure ou 25 à 30 livres.

Ces machines fonctionneront vers le milieu de l'année prochaine; elles seront bien appropriées à l'allure américaine des hauts fourneaux en question.

Enfin, je crois intéressant de signaler à l'Institut que, parmi les 71 machines à gaz qui sont en construction d'après le système Delamarre-Deboutteville et Cockerill, représentant 35 000 chevaux-vapeur, il en est qui sont destinées à des usines de hauts fourneaux qui n'auraient pu être établies si la nouvelle invention n'avait reçu son application; je veux parler des hauts fourneaux dans les environs de Toula, près de Moscou, qui manquent presque totalement d'eau, et d'une usine plus grande encore qui va être créée dans l'île d'Elbe et où les circonstances sont identiques. Les hauts fourneaux, dans cette île dépourvue d'eau douce, exigeront trois machines soufflantes de 600 chevaux et trois machines à gaz motrices de 200 chevaux pour l'électricité.

---

## MÉTALLURGIE

### LES PLAQUES DE BLINDAGES

par M. L. Baclé (2).

On se rappelle que notre collaborateur, M. L. Baclé, Ingénieur civil des Mines, a étudié à diverses reprises dans le *Génie Civil* les essais successifs qui ont été effectués sur les plaques de blindages, tant en France qu'à l'étranger, et les perfectionnements apportés depuis l'année 1892 dans cette fabrication.

M. Baclé publie aujourd'hui sur cette question qu'il possède tout spécialement, une étude complète et documentée qui est le développement d'une conférence donnée par lui, en avril 1899, devant la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Dans cet important travail, il résume les transformations qu'a dû subir cette industrie, au point de vue métallurgique, depuis les débuts pourtant récents de l'application des cuirassements au revêtement des navires de guerre. Ces progrès n'ont pas seulement leur importance au point de vue militaire, mais aussi dans la métallurgie, car ils sont le résultat de nombreux essais et de longues études entreprises par les Ingénieurs les plus expérimentés et ils ont formé le point de départ des perfectionnements de toute nature apportés dans les diverses branches de l'industrie.

Pour obtenir ces pièces de dimensions inusitées jusque-là, les usines ont dû créer, tout d'abord, un outillage également inusité, et apporter en même temps dans la conduite même du travail de forge des précautions toutes spéciales. Le métal employé exige la réunion de qualités contradictoires mais également nécessaires, et les usines productrices ont dû se livrer à des recherches incessantes et à de véritables études scientifiques pour obtenir les produits remplissant les conditions demandées.

L'application des plaques métalliques pour le cuirassement des navires de guerre ne remonte guère à plus de cinquante ans. Les perfectionnements de l'artillerie et surtout l'invention des obus explosifs entraînaient bien la nécessité de protéger les navires au moyen d'un cuirassement métallique, mais la puissance d'action des voiles et même celle des premières machines de l'ancienne Marine étaient trop faibles pour permettre un alourdissement aussi considérable; le développement de l'application de la vapeur et, par suite, l'emploi de puissantes machines marines ont seuls apporté le moyen de réaliser cette idée.

En 1858 fut mise en chantiers dans le port de Toulon la frégate *la Gloire*, qui peut à juste titre être considérée comme le premier vaisseau cuirassé. Mais l'épaisseur de la cuirasse en fer puddlé qui n'était alors que de $0^m10$ fut bientôt reconnue insuffisante et, dans les constructions postérieures, elle alla toujours en croissant jusqu'à atteindre $0^m55$ sur l'*Amiral-Duperré* construit en 1881, l'un des derniers navires munis d'une cuirasse de ceinture exécutée en fer puddlé.

Pour obtenir ainsi des revêtements métalliques de grande épaisseur les forges ont dû créer des outils toujours plus puissants, car l'expérience a montré qu'il fallait les constituer avec une seule épaisseur de métal. On a reconnu, en effet, que la superposition de plusieurs plaques minces est loin de donner la même résistance qu'une plaque unique de même épaisseur. Une expérience faite à Gavre a montré que l'énergie de choc nécessaire pour effectuer la perforation de l'ensemble de deux plaques superposées n'atteignait qu'environ les trois quarts de celle qu'exigerait la traversée d'une plaque unique de même épaisseur.

On voit par là comment cette augmentation croissante de l'épaisseur donnée aux revêtements a entraîné celle des pièces à fabriquer, et par suite celle de l'outillage nécessaire à ce travail; elle a donc amené les usines à créer ces outils gigantesques tels que les pilons de 100 tonnes du Creusot et de MM. Marrel frères, la grande presse à forger de MM. Cammell et Cie, de Sheffield, et la presse Davy de 4000 tonnes des Aciéries de Saint-Chamond.

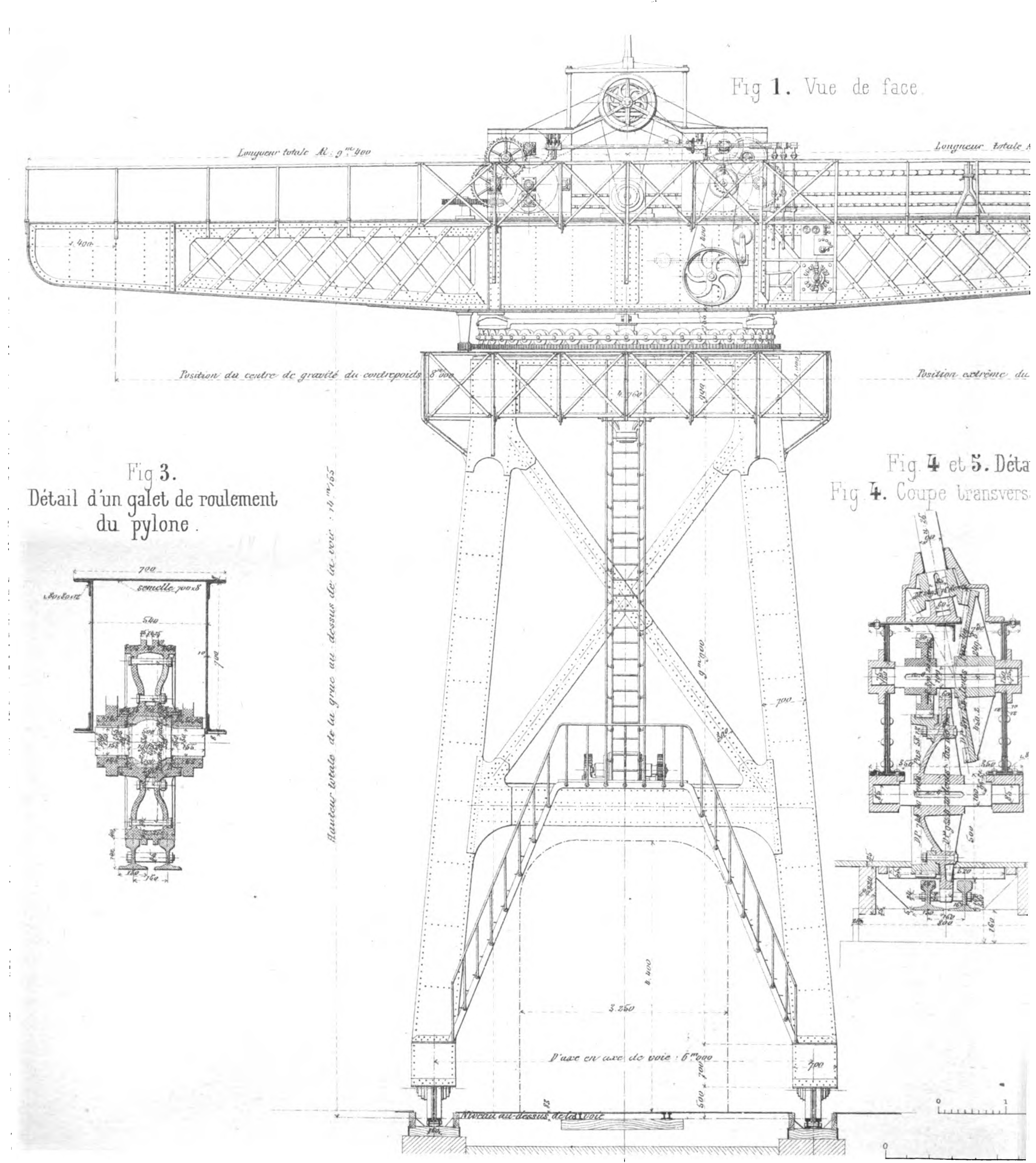
Le fer ordinaire est resté, jusqu'en 1878, le seul métal employé à la préparation des blindages, et c'est seulement lorsqu'on a reconnu l'impossibilité d'augmenter encore l'épaisseur des cuirassements sans donner au navire une surcharge excessive qu'on s'est décidé à faire l'étude de métaux plus résistants; toutefois, jusque vers 1891, le fer est resté employé exclusivement au cuirassement des ponts; c'est là,

(1) 25 % d'après les chiffres de l'appareil Junker.

(2) Un volume in-4° de 235 pages et 187 figures. Veuve Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

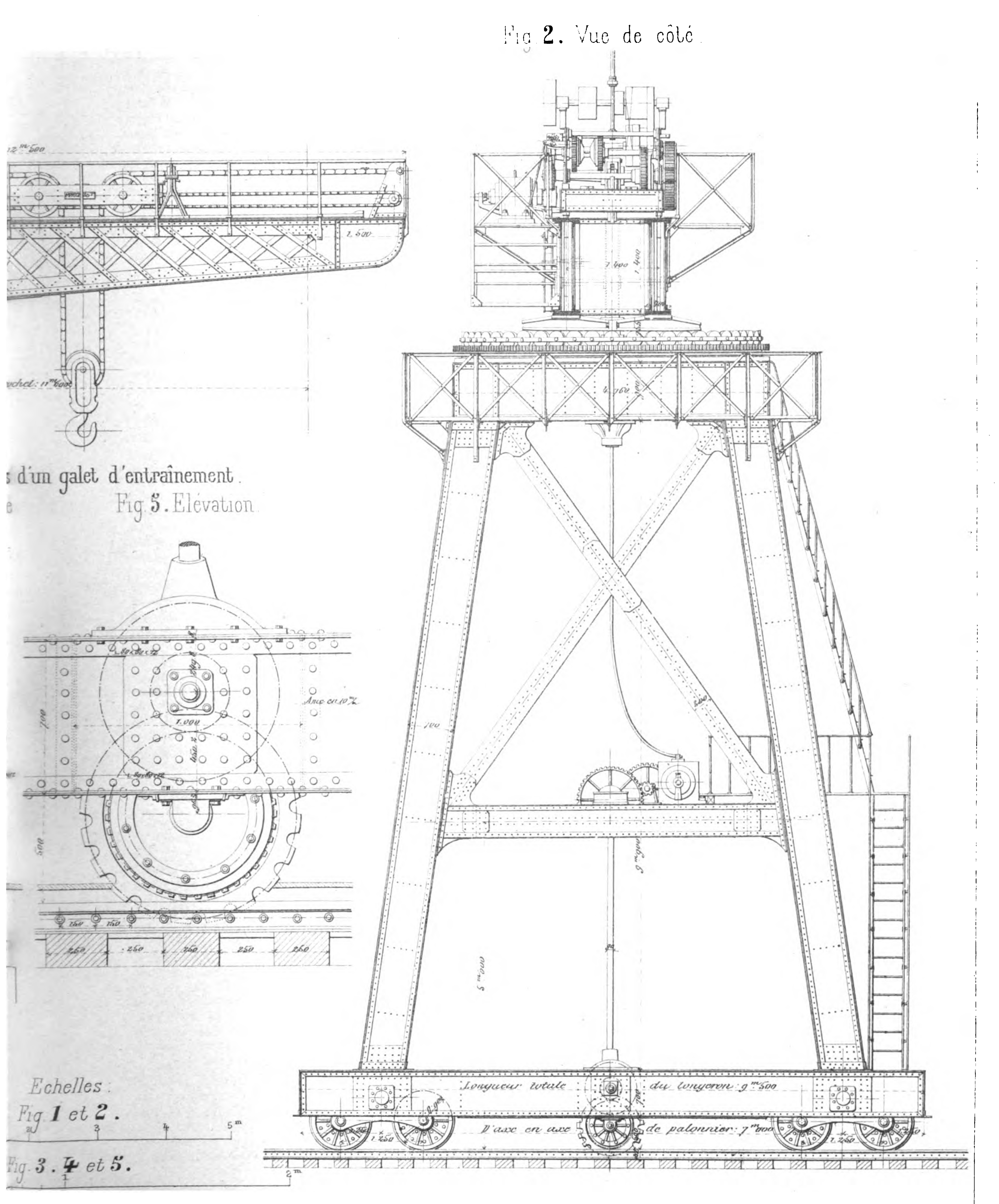
EXPOSITION

GRUE TITAN ÉLECTRIQUE DE 30 TONNES DE



…E 1900

… SALLE DES MACHINES LA BOURBONNAIS…




Auto-Imp. L. Braun. 58, rue Rochechouart, Paris.

en effet, une application pour laquelle il est absolument indispensable d'éviter la production des fentes, car les venues d'eau qui en résulteraient pourraient compromettre la sécurité.

Le danger n'est pas le même pour les blindages de ceinture, car les flancs du navire sont toujours munis de cloisons étanches et c'est ce qui a permis, dans ce cas, d'accepter l'augmentation de fragilité pour accroître la résistance.

Le fer puddlé appliqué aux blindages des ponts a été abandonné depuis quelques années; il est remplacé par le métal extra-doux, c'est-à-dire par un acier aussi exempt de carbone que possible. Ce métal préparé par voie de fusion présente une homogénéité qu'il est impossible d'atteindre au même degré avec le fer puddlé. Cette homogénéité évite la formation des fentes qui se manifestent toujours plus ou moins sur les plaques de fer puddlé; le métal extra-doux présente en outre une résistance un peu supérieure à celle du fer. La préparation de ces plaques présente de grandes difficultés; l'usine de Montluçon qui a été l'initiatrice de cette fabrication, dont elle a dû étudier tous les détails et spécialement la trempe et le recuit avec un soin particulier, a présenté dès 1889 des spécimens donnant des résultats excellents. Les autres forges productrices de blindages les fabriquent maintenant aussi dans des conditions très satisfaisantes.

Les progrès réalisés dans la préparation du matériel d'artillerie permettant d'obtenir des vitesses de plus en plus fortes, capables d'entraîner la perforation des plus gros blindages, ont fait sentir la nécessité de substituer au fer un métal plus dur, présentant plus de résistance. On chercha alors à remplacer le fer par l'acier, comme on l'avait déjà fait dans la plupart des applications. Mais les essais qui furent effectués dans les débuts, de 1877 à 1880, donnèrent des résultats peu satisfaisants. En raison de l'importance des lourdes masses de métal traité, les produits obtenus présentaient de graves irrégularités et si les plaques offraient une résistance plus grande à la perforation, elles étaient sujettes à des fractures et tombaient le plus souvent en morceaux dans les essais de tir.

Pendant que l'usine du Creusot poursuivait ses recherches et arrivait, par la suite, à atténuer grandement ces défauts, d'autres forges cherchaient à obtenir d'autres produits plus résistants que le fer et, en même temps, moins fragiles que l'acier. Deux usines de Sheffield adoptèrent en même temps un nouveau type de métal connu sous le nom de métal mixte ou *compound*. Ce métal, fabriqué dans chacune de ces deux usines par un procédé différent, est produit en couvrant la surface avant d'un sommier de fer par un revêtement d'acier dur qui augmente ainsi la résistance à la perforation de l'ensemble et détermine en même temps la rupture des projectiles offensifs.

Dans l'un de ces procédés, dû à M. Wilson, directeur des usines Cammell, cette couverte est obtenue en coulant directement l'acier sur le sommier porté au rouge; dans l'autre, imaginé par M. Ellis, directeur des usines Brown, elle est constituée par une plaque mince d'acier très dur réunie au sommier par la coulée directe du métal liquide. Dans les deux cas, le métal obtenu est passé au laminoir et fortement corroyé de façon à assurer la soudure intime des différents éléments.

Les nombreux essais qui ont été pratiqués en employant concurremment des plaques d'acier et de métal mixte ont montré que l'emploi de ces blindages, substitués aux anciennes plaques de fer, réalisait une augmentation de protection très appréciable.

Toutefois, ces métaux étaient loin de posséder la malléabilité du fer et, dans les essais de tir, il se produisait très souvent des fentes traversant les plaques de part en part; il arrivait même parfois que des morceaux se détachaient du massif en le laissant à nu. M. L. Baclé a, du reste, déjà donné dans le *Génie Civil* (1) quelques détails sur ces essais. Rappelons les essais de la Spezzia, en 1882 et 1884, et ceux d'Ochta, de 1882-1883 et 1890. Dans les premiers, la plaque d'acier du Creusot, essayée en concurrence avec deux plaques mixtes Cammell et Brown, témoigna d'une supériorité marquée sur ses deux rivales. Dans les seconds, au contraire, la plaque mixte Cammell donna des résultats plus satisfaisants que les plaques d'acier livrées par les usines du Creusot et Vickers.

Quoi qu'il en soit de ces irrégularités inévitables dans les résultats des essais comparatifs, on peut admettre d'une façon générale que l'acier possède une résistance un peu supérieure à celle du métal mixte; celui-ci, au contraire, à cause de sa dureté superficielle, provoque mieux la rupture des projectiles, mais si la fabrication est imparfaite, des dessoudures apparaissent immédiatement et la couverte d'acier, se détachant, laisse à nu le sommier de fer. Dans cette situation, la marine française décida d'employer indifféremment l'un ou l'autre de ces métaux, qui devaient répondre à des conditions de recette presque identiques.

Dans le désir d'obtenir toujours des produits plus résistants, les usines abordèrent l'étude scientifique des aciers spéciaux tenant des corps étrangers susceptibles de modifier leurs propriétés, comme le chrome et, plus tard, le nickel.

En faisant varier les proportions respectives de carbone et de chrome, l'usine de Montluçon arriva à préparer divers types de métaux très résistants et elle présenta à l'Exposition de 1889 une série fort intéressante de plaques minces ainsi obtenues. Mais la fabrication de blindages d'une certaine épaisseur présentait de grandes complications à cause de la difficulté d'obtenir l'homogénéité complète de masses aussi considérables.

En 1890, apparut l'emploi d'un alliage qui exerça dans la métallurgie des cuirassements une influence importante qui va tous les jours en augmentant, nous voulons parler de l'acier au nickel. Les essais d'Annapolis, aux États-Unis, en 1890, montrèrent d'une façon incontestable la supériorité d'une plaque en acier au nickel, livrée par l'usine du Creusot, sur les plaques en acier ordinaire et en métal mixte.

Toutefois, si la présence du nickel diminuait la fragilité en prévenant la formation des fentes, elle ne modifiait pas d'une façon sérieuse la résistance à la perforation. Les usines françaises réussirent à augmenter cette résistance par l'emploi combiné du chrome et du nickel.

L'usine de Saint-Chamond, la première, présenta, en 1893, une plaque de cet acier spécial qui témoigna aux essais d'une résistance bien supérieure à celle de l'acier ordinaire en même temps que d'une absence complète de fragilité. Malgré les graves difficultés que présente la fabrication de ces plaques tant à la coulée qu'au forgeage des lingots, devant les résultats si concluants des essais, nos usines n'ont pas hésité à s'attacher à cette fabrication.

Pour la préparation des plaques minces, telles que celles qui sont utilisées pour les masques servant à la protection des affûts de canon, on emploie un alliage connu sous le nom d'acier durci, dans lequel on augmente la proportion de chrome pour accroître la dureté du métal; les essais de Sevran en janvier 1892, qui ont été décrits par M. Baclé dans le *Génie Civil* (1), ont montré les qualités de ce métal.

Les projectiles actuellement employés présentent une résistance et une dureté bien supérieures à celles des projectiles plus anciens, il devenait donc indispensable d'augmenter la résistance et la dureté des blindages pour arriver à arrêter et à briser ces nouveaux projectiles; on a donc cherché à augmenter par la cémentation la dureté de la surface des blindages.

Le procédé Harvey emploie à cet effet le charbon solide, et l'usine Krupp applique, de son côté, la cémentation gazeuse.

Les plaques cémentées prennent après la trempe une dureté qui les rend inattaquables par l'outil, de sorte qu'il devient alors impossible d'en modifier la forme ou de les travailler. Il se produit de ce fait une grave difficulté dans la préparation de ces plaques, car il faut prévoir à l'avance les déformations inévitables dans la trempe; les modifications de forme ne peuvent plus être obtenues qu'après avoir détruit l'effet de la trempe par un recuit suffisant et il faut procéder plus tard à une nouvelle trempe.

On voit donc l'importance des outillages nouveaux qu'a exigés l'application de ces procédés surtout dans les usines françaises qui emploient les aciers spéciaux se prêtant moins bien à la cémentation. Le *Génie Civil* (2), dans une série d'articles, a publié le détail des nombreux essais effectués sur des plaques cémentées. Nos lecteurs ont pu juger de l'importance de l'accroissement de protection ainsi apporté ces dernières années par l'application de ces nouvelles méthodes.

Un simple rapprochement montre le résultat des perfectionnements continus qu'a réalisés l'industrie des blindages; les derniers essais ont montré que les plaques actuelles peuvent supporter un choc d'une énergie presque quadruple de celle des chocs arrêtés par les plaques de fer de même épaisseur qui étaient encore employées il y a vingt ans seulement.

Dans son intéressant ouvrage, M. Baclé étudie d'autre part l'application des blindages métalliques au revêtement des ouvrages fixes employés à terre, comme les coupoles, tourelles et casemates des forteresses, et il montre que les propriétés à rechercher dans ce cas sont loin d'être identiques à celle des blindages de navires. Il étudie successivement l'application de la fonte dure, du fer puddlé et de l'acier extra-doux ou même tenant du carbone, et il fait ressortir les raisons de la supériorité que le fer a conservée dans cette application spéciale, même par rapport au métal extra-doux qui l'a supplanté si complètement pour les blindages de navires.

Il y a là, du reste, une question des plus intéressantes au point de vue métallurgique qui montre en même temps toute la complexité des questions soulevées par la mise en application des cuirassements.

En terminant, qu'il nous soit permis de rappeler, avec M. Baclé, que l'industrie française a tenu toujours une place des plus importantes dans ces études qui ont amené ces transformations successives des méthodes de préparation des blindages, et provoqué par suite ces progrès qui se sont étendus à toutes les branches de la métallurgie.

Le travail de notre collaborateur fournit à cet égard les renseignements les plus probants, et, même de l'avis de la presse technique étrangère, il constitue l'étude la plus complète qui ait jamais été publiée sur cette question. A. L.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 10, p. 161.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 22, p. 364.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 11 et suivants.

## JURISPRUDENCE

### DROITS DU PATRON

**sur les inventions de ses ouvriers et employés.**

En principe, on invente pour soi, et, par suite, le droit à la propriété de l'invention n'appartient qu'à l'inventeur, qui seul peut en réclamer le brevet.

Toutefois, certaines particularités de fait sont susceptibles de faire exception à la rigueur absolue du principe.

C'est ainsi que la question s'est souvent posée de savoir à qui appartient la découverte faite par un individu qui est au service, aux gages d'un patron. Invente-t-il pour ce dernier? Invente-t-il, au contraire, pour lui-même? Garde-t-il la propriété de sa découverte? La doit-il à son patron?

La solution dépend des circonstances.

S'il a été stipulé formellement, entre le patron et son ouvrier ou employé, que les inventions, que celui-ci pourra faire au cours de son engagement, deviendront la propriété du chef de la maison, il n'y a pas de difficulté possible. Cette stipulation, qui est parfaitement licite, fait la loi des parties. Sans doute, il peut arriver que l'invention réalisée ait une valeur considérable, qui ne sera pas en rapport avec les maigres émoluments de l'employé. N'importe; force est due à la convention. Il appartiendra seulement au patron de comprendre, qu'en pareil cas, il est moralement, sinon légalement, obligé de rémunérer l'inventeur et de le faire participer aux bénéfices que sa découverte produit. C'est, en effet, ce qui arrive le plus souvent. On peut citer, entre autres exemples, celui de Verguin, le chimiste de la maison Renard, à Lyon, qui, par l'emploi du bichlorure d'étain, simplement substitué au bichlorure de mercure, permit de fabriquer, sur une grande échelle, le rouge d'aniline, et fit, avec cette industrie nouvelle, la fortune de ses patrons. Ceux-ci lui remirent, à titre de récompense, une somme de 300 000 francs. Mais qu'il soit bien entendu que, dans toutes les hypothèses du même genre, où il y a convention attribuant au patron les inventions faites par son personnel, la rémunération n'est jamais un droit pour l'employé.

Que décider, au contraire, dans le silence des parties, en l'absence de toutes conventions?

Voici les distinctions que la jurisprudence a faites à cet égard :

D'abord, il est constant que l'ouvrier qui n'a fait qu'exécuter les ordres qui lui sont donnés ne peut être réputé le créateur et l'inventeur; il n'est qu'un agent, et le résultat de son travail ne peut lui donner un droit à l'invention [1].

De même, les procédés obtenus par le chef d'entreprise avec le concours des ouvriers ou contremaîtres sont considérés comme des secrets de fabrique, dont ceux-ci ne sauraient disposer à titre personnel, sans encourir les peines portées par l'article 418 du Code pénal contre la révélation de ces secrets. Et il a été jugé, dans le même sens, que le résultat des recherches faites par un dessinateur-monteur, employé chez un manufacturier de drap, appartient à son patron, à la charge duquel restent les dépenses occasionnées par les essais infructueux [2].

Mais il en est autrement lorsque l'ouvrier ou employé fait une découverte, qui procède de sa seule initiative, en dehors de son service, sans ordres ni indications de son patron. Le fait qu'il a découvert l'invention pendant qu'il était aux gages d'un patron ne suffit pas pour permettre à ce dernier de revendiquer à son profit l'invention dont il s'agit. La découverte est alors la propriété exclusive de l'employé qui l'a faite.

Par jugement du 2 juin 1899, le Tribunal de la Seine a confirmé à nouveau cette jurisprudence dans les termes suivants :

Le Tribunal;

Attendu que sur la demande de F... en revendication d'un brevet d'invention déposé par Serramalera y Camps, le 14 septembre 1895, celui-ci a été autorisé à faire la preuve des faits qu'il articulait pour faire rejeter cette demande;

Qu'à l'audience de cette Chambre du 12 mai 1899, il a été procédé à l'enquête ordonnée et qu'il s'agit d'en apprécier les résultats;

Attendu qu'il est constant et non méconnu par F... que Serramalera y Camps était dans ses ateliers contremaître traceur lorsqu'il a découvert un système de fermeture pour récipients de tous genres, dite « Automatique »;

Attendu que la propriété de toute nouvelle découverte ou invention appartient à son auteur;

Attendu, d'autre part, que si les ouvriers ou contremaîtres peuvent être privés du droit de faire breveter les découvertes dont ils sont les auteurs, ce n'est que lorsque ces découvertes sont le résultat de travaux exécutés par eux dans leur service ou pour des objets qui s'y rattachent, d'après les ordres ou sous la direction de leurs patrons; que ces principes ne trouvent pas leur application dans la cause; qu'il ressort nettement des témoignages recueillis que c'est presque toujours en dehors de son service que Serramalera s'est livré, en créant à ses frais un outillage spécial, à des essais et à des recherches dont le résultat a été l'invention du système du brevet, objet du litige; que la découverte n'a certainement point été faite en suivant des instructions ou en vertu de la mission spéciale qui était confiée au défendeur par F...;

Que si un témoin dépose que le défendeur travaillait aux ressorts du bouchon automatique chez F..., pendant les heures de son travail, il ajoute que c'était à l'insu de son patron; que dès que ce dernier rentrait, Serramalera cachait aussitôt ces objets dans un tiroir et les dissimulait sous des chiffons;

Que les faits allégués par le demandeur n'ont donc pu convertir l'œuvre de Serramalera en un acte de son service et lui ôter le caractère d'une invention brevetable;

Par ces motifs,

Déclare F... non recevable, mal fondé en ses demandes, fins et conclusions contre Serramalera et la Société Serramalera, l'en déboute;

Le condamne en tous les dépens [1].

En dehors des cas où la découverte est l'œuvre exclusive d'un seul, il peut arriver que sa réalisation soit le résultat des efforts et des moyens réunis de l'ouvrier et du patron. S'il en est ainsi, l'invention devient pour eux une propriété commune, le droit au brevet et à ses bénéfices se trouve acquis par eux en participation [2].

C'est assez dire combien il est impossible de formuler en cette matière une règle absolue : tout dépend des circonstances.

Louis Rachou,
*Docteur en droit,*
*Avocat à la Cour d'Appel de Paris.*

(1) Cour de Paris, 11 août 1841. *Gazette des Tribunaux*, numéro du 12 août 1841.
(2) Tribunal correctionnel de Rouen, 22 août 1859.

(1) *Gazette des Tribunaux*, numéro du 6 décembre 1899.
(2) Cour de Lyon, 26 décembre 1857, *Sirey*, 1859-1-763.

## VARIÉTÉS

**Une nouvelle formule de travail au four Siemens-Martin.**

M. Benjamin Talbot a inauguré, au mois de septembre 1899, aux aciéries de Pencoyd (Pennsylvanie), une nouvelle formule de travail au four Siemens-Martin, dont il vient d'exposer la méthode et les résultats au meeting de « l'Iron and Steel Institute » tenu à Londres les 9 et 10 mai courant.

Sa communication est intitulée : « The Open Hearth continuous Steel Process » (Procédé pour la production continue d'acier au four à sole). Cette nouvelle façon d'opérer peut, en effet, conduire à obtenir, au four à sole, une production continue d'acier comme au Bessemer. Mais son application nécessite l'emploi du four Campbell, four oscillant que l'inventeur a établi, en 1889, aux usines de Steelton (Pensylvanie), et qui a été adopté dans la plupart des aciéries des Etats-Unis depuis une dizaine d'années [3].

M. B. Talbot opère dans un four à garniture basique dont la capacité est de 75 tonnes. Il a déjà obtenu plusieurs milliers de tonnes de métal, de nuances diverses, en appliquant sa nouvelle formule de travail qui lui a permis de porter la production en lingots, — par semaine de *onze postes*, — au chiffre très élevé de 560 tonnes.

Voici, en quelques mots, en quoi consiste sa méthode :

Supposons que l'on ait un bain d'acier de 60 tonnes, tout prêt à être coulé; au lieu de vider entièrement le four, on ne verse dans la poche de coulée qu'une partie du métal qu'il contient, le tiers, 20 tonnes environ, en évitant de laisser écouler même une faible quantité de la scorie qui recouvre le bain de métal.

Cette opération faite, on projette dans le four, sur la scorie, une quantité déterminée de minerai de fer riche, très finement pulvérisé, dont on laisse s'opérer la fusion ; puis on verse dans le four *20 tonnes* de fonte liquide, soit un poids égal à celui de l'acier retiré et coulé en lingots.

Une vive réaction se produit alors, pendant laquelle *le gaz est supprimé*. Cette réaction, dit l'auteur, rappelle la période d'élimination du carbone au Bessemer. Du gaz CO se dégage avec abondance du bain et sa combustion par l'air, *seul admis dans le four*, produit de la chaleur qu'absorbe en partie la masse en fusion.

A la suite de ce bouillonnement intense, dont la durée est de 10 à 15 minutes, la scorie, appauvrie en oxyde de fer, — *et dépouillée de sa faculté affinante dès que sa teneur en fer s'est abaissée aux environs de 12 à 14 %*, — est en majeure partie écoulée par un trou de coulée placé sur la paroi du four opposée à celle où est ménagé celui qui sert à couler le métal. L'un et l'autre sont, dans le four oscillant, placés au-dessus du niveau du bain de scorie.

L'opération d'affinage et de déphosphoration du bain se poursuit ensuite au moyen d'additions de chaux et de minerai de fer en morceaux. Une fois le métal amené à point, on en coule de nouveau 20 tonnes dans la poche de coulée, où sont faites les additions de ferro-manganèse ou autres, solides ou liquides; puis on charge dans le four la proportion voulue de minerai de fer riche et réduit en

(3) Voir *Transactions of the American Institute of Mining Engineers*, tome XXII, page 343. — Dessins dans le *Stahl und Eisen*, 1892, et dans la *Métallurgie du Fer*, de Ledebur (traduction de MM. de Langlade et Valton), 2e vol., page 360.

poudre, qui vient rendre à la scorie sa faculté affinante, *très prononcée quand sa teneur en fer atteint* 25 °/₀. Dès que le minerai ajouté est fondu, incorporé à la scorie, on verse dans le four une nouvelle charge de 20 tonnes de fonte liquide.

Cette série d'opérations, commencée dans la nuit du dimanche au lundi, est continuée durant toute la semaine jusqu'au samedi matin, où le four est vidé.

La fonte employée aux aciéries de Pencoyd a la composition suivante :

| C | Si | S | Ph | Mn |
|---|---|---|---|---|
| 3,76 | 1,00 | 0,06 | 0,90 | 0,40 |

L'intervalle de temps entre deux coulées de 20 tonnes d'acier a été, en moyenne, de 3 h. 40 m.

Il paraît évident, et c'est l'opinion qu'émet M. B. Talbot, qu'avec un four de plus grande capacité, en opérant sur 100 ou mieux 120 tonnes de métal, l'intervalle entre deux coulées de 20 tonnes devrait être réduit d'un tiers ou de moitié. En fixant le poids de chacune des coulées au cinquième de celui du métal que renferme le four, l'auteur estime que l'on pourrait faire des coulées régulièrement espacées de 2 heures.

Sur les quelques milliers de tonnes d'acier fabriquées en opérant de la sorte, le rendement en lingots a varié de 105 à 106 tonnes pour 100 tonnes de fonte et 25 tonnes de minerai introduits dans le four. Le minerai employé contenait 50 à 70 °/₀ de fer.

L'économie réalisée sur la quantité de ferro-manganèse ordinairement employée pour obtenir un acier renfermant 0,30 à 0,40 de manganèse, a varié entre 25 et 33 °/₀.

Le métal reste ainsi en contact avec la sole pendant 5 jours et demi, sans interruption ; et, quand on vide le four, on la trouve aussi nette qu'on l'avait préparée avant d'introduire la charge.

Les cordons, — c'est-à-dire les parties où affleure la scorie, — sont quelquefois attaqués en certains endroits ; on les répare avec de la magnésie seule ou mélangée avec du goudron, après une coulée de scorie et avant de continuer l'affinage et l'épuration du bain avec le minerai et la chaux introduits en morceaux.

Cette méthode de travail continu maintient le four à une température égale et presque toujours à son maximum, condition essentielle pour activer les réactions. Elle donne la solution rationnelle de l'emploi économique de la fonte liquide, solution qui avait été, jusqu'à ce jour, recherchée par des moyens plus ingénieux que pratiques. Certes, les frais d'installation d'un four oscillant Campbell, de 100 tonnes, sont lourds, mais pas plus onéreux que ceux qu'exige l'application de ce que l'on a appelé le procédé Bertrand-Thiel. En tout cas, il faut noter que le matériel accessoire : poche de coulée, grues pour les manutentions, etc., reste celui d'un four de 20 tonnes.

M. B. Talbot a inséré, à la suite de sa communication, une série de tableaux donnant le compte rendu détaillé d'un nombre assez considérable d'opérations, avec les analyses du métal et de la scorie aux différentes périodes.

Alexandre Pourcel.

## Pince d'extraction pour puits artésien.

L'outil représenté par les figures 1 à 4, que nous empruntons à l'*Engineer*, a été construit spécialement pour extraire d'un puits artésien, creusé à Crawley (Angleterre), un trépan brisé.

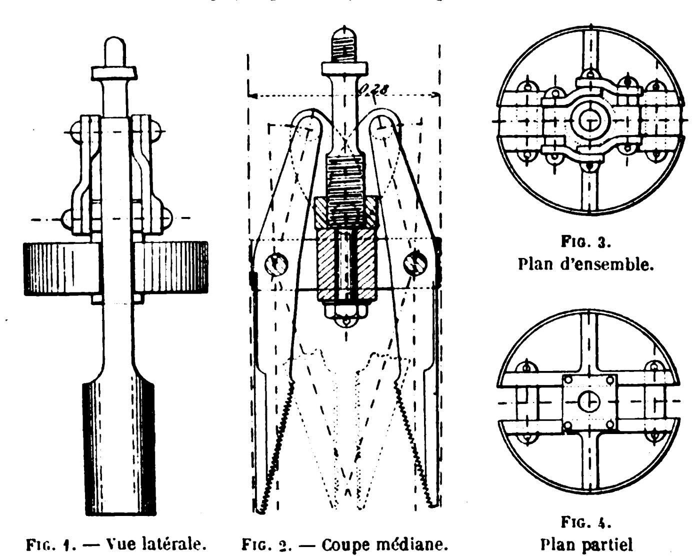


Fig. 1. — Vue latérale. Fig. 2. — Coupe médiane. Fig. 3. Plan d'ensemble. Fig. 4. Plan partiel

Fig. 1 à 4. — Pince d'extraction pour puits artésien.

Le forage en question se compose d'un puits maçonné de 90 mètres de profondeur, prolongé par un trou foré au diamètre de 0m 28, qu'il fallait prolonger jusqu'à 105 mètres plus bas. A une profondeur d'environ 72 mètres, le trépan se brisa au-dessous du collet et se plaça obliquement en travers du trou. Par suite de la position qu'il avait prise et de son envasement progressif, joint à l'action du poids qu'il supportait, le trou étant constamment plein d'eau, le trépan résista à tous les efforts que l'on exerça sur lui, pendant près de deux mois, avec les outils d'extraction ordinaires.

M. Blaber, Ingénieur de la Crawley Waterworks Cº, qui faisait creuser ce puits, décida alors de soumettre le problème à MM. Courtney et Birkett, Ingénieurs à Southwick (Brighton), qui, grâce à leur grande pratique des forages, imaginèrent et construisirent l'outil que nous décrivons, et réussirent à extraire le trépan brisé.

Il faut remarquer que le trépan était tellement envasé que l'outil devait d'abord agir comme outil dragueur, afin d'arriver à obtenir assez de liberté pour pouvoir saisir solidement le trépan. Ce résultat obtenu, on procéda à l'extraction de ce dernier, mais non sans efforts considérables, au moyen de deux très puissants treuils à vapeur.

Les dessins représentant cette nouvelle pince d'extraction (fig. 1 à 4) parlent d'eux-mêmes. Comme on le voit, les mâchoires sont actionnées par un écrou se déplaçant sur une tige filetée ; cet écrou est muni de tourillons qui transmettent le mouvement aux mâchoires par l'intermédiaire de biellettes articulées. On peut ainsi exercer un effort considérable ; les lignes pointillées de la figure 2 représentent les mâchoires lorsqu'elles sont fermées. Quant à l'écrou de commande, il est actionné par la tige de sondage.

## EXPOSITION DE 1900

### LE JURY DES RÉCOMPENSES

**Liste des membres français du Jury.**

I. — **Organisation et opérations du Jury international.** — La liste des membres français du Jury des récompenses à l'Exposition de 1900 vient de paraître au *Journal Officiel* du 16 courant. Nous en commençons ci-après la publication.

Il nous paraît utile, à ce propos, de rappeler tout d'abord ici les principaux articles du *Règlement général* [1] relatifs à l'organisation et aux opérations de ce Jury :

Art. 76. — L'appréciation et le jugement des œuvres et produits faisant partie de l'exposition contemporaine seront confiés à un jury international qui comportera trois degrés de juridiction : *jurys de classe, jurys de groupe, jury supérieur.*

Art. 77. — Les *jurys de classe* se composeront de membres titulaires et de membres suppléants. Ceux-ci n'auront voix délibérative que lorsqu'ils occuperont la place de jurés titulaires absents.

Pour l'ensemble des classes, le nombre total des membres titulaires français ou étrangers sera réglé au soixantième environ du nombre des exposants. Le nombre total des membres suppléants français ou étrangers ne pourra être supérieur au tiers du nombre des membres titulaires.

Dans chaque classe, le nombre des membres titulaires pour chaque branche d'art ou d'industrie et pour chaque nationalité sera, autant que possible, proportionnel au nombre des exposants et à l'importance des expositions.

La désignation des jurés français titulaires ou suppléants sera préparée par le Commissaire général avec le concours des directeurs généraux de l'exploitation et du directeur des beaux-arts pour le groupe des œuvres d'art, et faite par décret sur la proposition du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, concertée avec le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts pour le groupe des œuvres d'art. Ils seront choisis dans les grands corps de l'état, les académies, les grandes administrations, les corps constitués, et, pour le plus grand nombre, parmi les personnes ayant obtenu, comme exposants ou comme jurés nommés par le Gouvernement français, de hautes récompenses aux Expositions universelles internationales de Paris, Londres, Vienne, Philadelphie, Sidney, Melbourne, Amsterdam, Anvers, Barcelone, Bruxelles et Chicago.

Les jurés étrangers titulaires ou suppléants seront désignés, pour chaque nationalité, par les commissaires de leur pays, qui devront avoir fait connaître leur choix au Commissaire général avant l'ouverture de l'Exposition.

Chaque jury de classe élira son bureau composé d'un président, d'un vice-président, d'un rapporteur et d'un secrétaire. Le président et le vice-président devront être de nationalités différentes : l'un français, l'autre étranger.

Sauf pour le groupe des œuvres d'art, les jurys de classe auront la faculté de s'adjoindre, à titre d'associés ou d'experts, une ou plusieurs personnes compétentes sur quelques-unes des matières soumises à leur examen. Ces associés ou experts pourront être pris parmis les jurés titulaires ou suppléants d'une classe quelconque et parmi les hommes de la spécialité requise, en dehors du jury. Il devront être agréés par le Commissaire général sur la proposition de la direction générale de l'exploitation, ne prendront part aux travaux du jury que pour l'objet spécial de la convocation, et auront seulement voix consultative.

Deux jurys de classe pourront être réunis par décision du Commissaire général, pour le jugement d'objets déterminés, quant cette réunion sera utile à l'acomplissement de leur mission.

[1] Ce Règlement a été publié *in extenso* dans le *Génie Civil*, au mois d'août 1894 (t. XXV, nos 16 et 17).



ART. 78. — Les *jurys de groupe* comprendront : 1° un président, deux ou trois vice-présidents et un secrétaire, qui pourront être choisis en dehors des jurys de classe et dont la désignation, préparée par le Commissaire général, avec le concours des directeurs généraux de l'exploitation et du directeur des beaux-arts pour le groupe des œuvres d'art, sera faite par décret sur la proposition du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, concertée avec le Ministre de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts pour le groupe des œuvres d'art ; 2° les présidents, vice-présidents et rapporteurs des jurys de classe.

ART. 79. — Un décret ultérieur fixera la composition du *jury supérieur* et en désignera les membres ainsi que le bureau.

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

ART. 81. — Chaque jury de classe procédera à l'examen des objets exposés et dressera : 1° une liste des exposants mis hors concours par application de l'article 89 ; 2° une liste, par ordre de mérite et sans distinction de nationalités, des récompenses qu'il propose de décerner aux exposants ; 3° une liste semblable à la précédente pour les collaborateurs, ingénieurs, contremaîtres et ouvriers qui se seraient distingués particulièrement dans la production d'objets remarquables figurant à l'Exposition. Pour les industries d'art, la liste des exposants à récompenser sera divisée en deux sections : l'une consacrée aux auteurs des dessins, cartons, maquettes, etc. ; l'autre consacrée aux industriels.

Des sections distinctes seront également affectées au matériel ou aux procédés de production et aux produits, quand ces divers éléments se trouveront réunis dans une même classe.

Les listes, certifiées par les membres du bureau seront remises au commissariat général (direction générale de l'exploitation) le 30 juin au plus tard, faute de quoi elles seraient établies d'office par le jury de groupe.

ART. 82. — Chaque jury de groupe revisera les listes préparées par les jurys de classe, et s'efforcera notamment d'assurer l'unité et l'harmonie dans l'attribution des récompenses.

Il s'adjoindra successivement chacun des jurys de classe pour les délibérations qui le concerneront.

Les listes revisées par les jurys de groupe seront remises au commissariat général (direction général de l'exploitation) le 31 juillet au plus tard, faute de quoi il y serait pourvu d'office par le jury supérieur.

ART. 83. — Le jury supérieur arrêtera en dernier ressort les listes, par ordre de mérite, des récompenses décernées aux exposants et collaborateurs dans chaque classe.

Ses travaux seront conduits de telle sorte que la distribution solennelle des récompenses puisse avoir lieu à la fin du mois d'août ou au commencement du mois de septembre.

ART. 86. — Chacun des rapporteurs de jury de classe devra remettre au Commissaire général, dans le délai maximum de six mois après la clôture de l'Exposition, un rapport signalant les faits principaux constatés par le jury, relatant les progrès accomplis depuis 1889 et mettant en lumière la situation générale de la production à la fin du dix-neuvième siècle.

Les rapports particuliers des classes seront rédigés et publiés sous la direction du Commissaire général et d'un rapporteur général désigné sur sa proposition, dès le début de l'Exposition, par le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

**II. — Liste des membres français du Jury. — Par décret du 15 mai 1900, rendu sur la proposition du Ministre du Commerce et de l'Industrie, sont nommés membres du Jury des récompenses à l'Exposition de 1900 :**

### GROUPE I. — Éducation et enseignement.

**Classe 1.** — *Éducation de l'enfant. — Enseignement primaire. — Enseignement des adultes.* — MM. BÉDOREZ (Léon) ; - BOURGEOIS (Léon), député ; - BUISSON (Ferdinand) ; - CHARLOT (Marcel) ; - Mme CHEGARAY ; - MM. DEUM ; - DE FONTAINE DE RESBECQ ; - JOST (Guillaume) ; - LEBLANC (René) ; - MAY, libraire-éditeur. — *Suppléants :* MM. BAUDRILLARD ; - COMTE (Félix) ; - FOUGÈRE (Louis).

**Classe 2.** — *Enseignement secondaire.* — MM. DUPUY (Ernest) ; - EXUPÉRIEN (frère) ; - FONCIN (Pierre) ; - LEMONNIER (Henri) ; - MANGIN (Louis) ; - RABIER (Élie) ; - SÉE (Camille). — *Suppléants :* Mlle DUGARD ; - MM. FRINGNET ; - GIRARD (Émile) ; - PRUVOST (Émile).

**Classe 3.** — *Enseignement supérieur. — Institutions scientifiques.* — MM. ALCAN (Félix), libraire-éditeur ; - BORNET (J.-B.), membre de l'Institut ; - BOUTMY, membre de l'Institut ; - BRÉAL (Michel), membre de l'Institut ; - DUCLAUX (Émile), membre de l'Institut ; - LE CHATELIER (Henry), Ingénieur en chef des Mines ; - DREYFUS-BRISAC ; - LIARD, membre de l'Institut ; - PÉCHENARD (l'abbé) ; - POTTIER (Edmond), membre de l'Institut ; - SOREL (Albert), membre de l'Académie française.

**Classe 4.** — *Enseignement spécial artistique.* — MM. CHIPIEZ (Ch.), architecte ; - COLIN (Paul) ; - CROST (Léopold) ; - DUBOIS (Théodore), membre de l'Institut ; - LOUVRIER DE LAJOLAIS. — *Suppléants :* MM. GUÉRIN ; - LAVIGNAC ; - MANGIN (Édouard).

**Classe 5.** — *Enseignement spécial agricole.* — MM. CHAUVEAU, membre de l'Institut ; - DABAT (Léon), sous-directeur de l'agriculture ; - DYBOWSKI, Inspecteur général des cultures coloniales ; - GROSJEAN (Henry), Inspecteur général de l'enseignement agricole ; - PHILIPPAR, directeur de l'École nationale d'agriculture de Grignon ; - REGNARD (le docteur Paul), directeur du laboratoire de physiologie à la Sorbonne ; - RISLER (Eugène), directeur de l'Institut national agronomique. — *Suppléant :* M. TROUARD-RIOLLE (Georges), Inspecteur de l'enseignement agricole.

**Classe 6.** — *Enseignement spécial industriel et commercial.* — MM. BOUQUET (Louis), directeur de l'enseignement technique ; - BUQUET (Paul), directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures ; - DELMAS (Fernand), professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures ; - DUVIGNAU DE LANNEAU (Léon) ; - JACQUEMART (Paul), inspecteur général de l'enseignement technique ; - JOURDAN (Édouard), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de l'École des hautes études commerciales ; - LAGRAVE (Michel), sous-directeur au Ministère du Commerce et de l'Industrie ; - LANG (Tibulle) ; - Mlle MALMANCHE ; - MM. PARIS (Émile), directeur de l'École commerciale de Paris ; - PASQUIER (Paul), sous-directeur de l'enseignement technique ; - Mlle TOUSSAINT. — *Suppléants :* MM. CHÉGARAY (Charles) ; - DIDIER (Paul) ; - GRUSON (Henri), directeur de l'Institut industriel du Nord de la France ; - MANÈS, directeur de l'École supérieure de commerce de Bordeaux ; - PORTEVIN (H.), Inspecteur de l'enseignement technique.

### GROUPE II. — Œuvres d'art.

**Classe 7.** — *Peinture, Cartons, Dessins.* — MM. ADAN ; - BÉNÉDITE, conservateur du musée du Luxembourg ; - BÉRAUD ; - BESNARD ; - BILLOTTE ; - BONNAT ; - BOUGUEREAU ; - BRETON (Jules) ; - BUSSON ; - CAROLUS-DURAN ; - COLLIN (Raphaël) ; - DAWANT ; - DETAILLE ; - DUBUFE ; - DE FOURCAUD ; - GÉRÔME ; - GERVEX ; - GRUYER ; - GUILLEMET ; - HAVARD (Henry) ; - HUMBERT ; - LAFENESTRE ; - LARROUMET ; - LAURENS (Jean-Paul) ; - LEFEBVRE (Jules) ; - LHERMITTE ; - MAIGNAN ; - MOLINIER ; - ROBERT-FLEURY ; - ROLL. — *Suppléants :* MM. CARRIÈRE ; - COURTOIS ; - DAMERON ; - DUPRÉ (Julien) ; - FERRIER (Gabriel) ; - FLAMENG (Fr.) ; - MONTENARD ; - RENARD (Émile) ; - RIXENS.

**Classe 8.** — *Gravure et lithographie.* — MM. BÉRALDI (Henri) ; - BOUCHOT ; - CHAPLAIN ; - DAYOT ; - GEFFROY (Gustave) ; - LEFORT (Henri) ; - LEFORT (Paul) ; - LEPÈRE ; - MAUROU ; - RENOUARD ; - ROTY ; - SILVESTRE (Armand). — *Suppléants :* MM. HUYOT ; - LUNOIS ; - MONGIN ; - PANNEMAKER.

**Classe 9.** — *Sculpture et gravure en médailles et sur pierres fines.* — MM. BARTHOLDI ; - BOISSEAU ; - COMTE (Jules) ; - DALOU ; - DUBOIS (Paul) ; - GILLE (Philippe) ; - GONSE (Louis) ; - GUILLAUME ; - INJALBERT ; - KÆMPFEN ; - MERCIÉ (Antonin) ; - MICHEL (André) ; - MOREAU (Mathurin) ; - RODIN ; - ROGER-MARX ; - THOMAS, membre de l'Institut. — *Suppléants :* MM. ALPHÉE DUBOIS ; - BLANCHARD ; - DESBOIS ; - NOEL (Louis) ; - NOEL (Tony) ; - SAINT-MARCEAUX.

**Classe 10.** — *Architecture.* — MM. DE BAUDOT ; - COQUART ; - CORROYER ; - DAUMET ; - GUADET ; - LISCH ; - LOVIOT ; - MARCOU (Frantz) ; - MAYEUX ; - NORMAND ; - REDON ; - ROGER-BALLU ; - SCELLIER DE GISORS ; - VAUDREMER. — *Suppléants :* MM. BOILEAU ; - CHANCEL (Abel) ; - COURTOIS-SUFFIT ; - ESQUIÉ ; - ROUSSI.

### GROUPE III. — Instruments et procédés généraux des lettres, des sciences et des arts.

**Classe 11.** — *Typographie. — Impressions diverses.* — MM. BUTTNER-THIERRY (Frédéric-Edmond), imprimeur lithographe ; - CHAIX (Alban), imprimeur typo-lithographe ; - CHAMEROT, imprimeur-typographe ; - CHAMPENOIS, imprimeur lithographe ; - DELALAIN (Paul), imprimeur typographe ; - KEUFER (Auguste), ouvrier typographe ; - MICHAUD (Jules), Ingénieur des Arts et Manufactures ; - MOUILLOT (F.), imprimeur-éditeur ; - TULEU (Ch.), fondeur en caractères. — *Suppléants :* MM. MANZI, photograveur ; - STERN (René), graveur ; - WEILL (Nathan), graveur ; — WITTMANN (Ch.), imprimeur en taille-douce.

**Classe 12.** — *Photographie.* — MM. BRAUN (Gaston) ; - BUCQUET (Maurice) ; - DEMARIA (J.-J.) ; - FLEURY-HERMAGIS (Jules) ; - MAREY, membre de l'Institut ; - NADAR fils (Paul) ; - PROVOST (Antoine) ; - VIDAL (Léon) ; - WALLON (Étienne). — *Suppléants :* MM. BOURGEOIS (Paul) ; - GEISLER (Louis).

**Classe 13.** — *Librairie. — Éditions musicales. — Reliure (Matériel et produits). — Journaux. — Affiches.* — MM. BELIN (Henri), imprimeur-libraire-éditeur ; - BERR (Émile), publiciste ; - CHÉRET (Jules), artiste-peintre ; - DURAND (Auguste), éditeur de musique ; - FOURET (René), libraire-éditeur ; - GOUNOUILHOU (H.), imprimeur-éditeur ; - GRUEL (Léon), relieur-libraire ; - HETZEL (J.), libraire-éditeur ; - HEUGEL (H.), éditeur de musique ; - MAINGUET (P.), imprimeur-libraire-éditeur ; - MASSON (Pierre), libraire-éditeur. — *Suppléants :* MM. BARRE (Ch.), Ingénieur des Arts et Manufactures ; - GOUBAUD (Abel), éditeur ; - LAYUS, libraire-éditeur ; - LE SOUDIER, libraire-éditeur ; - OLLENDORFF (Paul), libraire-éditeur).

**Classe 14.** — *Cartes et appareils de géographie et de cosmographie. — Topographie.* — MM. BERTHAUT (le colonel Henri), chef de la section de cartographie du service géographique de l'armée ; - BONAPARTE (le prince Roland), président de la Commission centrale de la Société de géographie ; - BOUQUET DE LA GRYE, membre de l'Institut ; - DELAGRAVE (Ch.), libraire éditeur ; - HÉRAUD, Ingénieur hydrographe en chef de la Marine ; - LALLEMAND (Ch.), directeur du service du nivellement général de la France. — *Suppléants :* MM. GAUTHIOT (Ch.), secrétaire général de la Société de géographie commerciale ; - GUY (Camille), chef du service géographique et des missions au Ministère des Colonies.

**Classe 15.** — *Instruments de précision. — Monnaies et médailles.* — MM. BAILLE-LEMAIRE (J.-B.), jumelles ; - DELESTRE (Maurice), commissaire-priseur ; numismate ; - DE FOVILLE (Alfred), membre de l'Institut ; - LAUSSEDAT (le colonel), directeur du Conservatoire des Arts et Métiers ; - NACHET (Alfred), microscopes ; - PEIGNÉ (le général), instruments de topographie automatique ; - PELLAT (Henri), professeur à la Sorbonne. — *Suppléants :* MM. DE GRAMONT (Arnaud), docteur ès sciences ; - MAZEROLLE (Fernand), archiviste de la Monnaie ; - OTTOLINI, lunetterie ; - SUDRE.

**Classe 16.** — *Médecine et chirurgie.* — MM. BERGER (le docteur Paul) ; - HARTMANN (le docteur H.) ; - LABADIE-LAGRAVE (le docteur) ; - LE DENTU (le docteur) ; - NOCARD, ancien directeur de l'École vétérinaire d'Alfort ; - PINARD (le docteur) ; - POZZI (le docteur). — *Suppléants :* MM. BAZY (le docteur) ; - GALIPPE (le docteur V.) ; - LECLERC (Th.) ; - TUFFIER (le docteur Th.).

**Classe 17.** — *Instruments de musique.* — MM. ACOULON (A.) ; - BERNARDEL (G.) ; - DE BRICQUEVILLE (E.) ; - CONSTANT (Pierre) ; - DUTREIH (G.) ; - GAVEAU (G.) ; - LYON (G.) ; - SCHOENAERS. — *Suppléants :* MM. FOCKÉ ; - JACQUOT (Albert) ; - THIBOUT.

**Classe 18.** — *Matériel de l'art théâtral.* — MM. Carré (Albert); - Gailhard (Pierre); - Reynaud (Ch.). — *Suppléants :* MM. Baillet (G.); - Carpezat; - Gutperle.

### GROUPE IV. — Matériel et procédés généraux de la mécanique.

**Classe 19.** — *Machines à vapeur.* — MM. Debize (A.), Ingénieur en chef du service central des constructions des manufactures de l'État; - Fauquier (Pierre), machines à vapeur (maison Piguet et Cie); - Flipot (Émile), constructeur à Lille; - Garnier (Émile), Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur mécanicien; - Guyot-Sionnest (E.), Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien constructeur de machines à vapeur; - Hirsch (J.), Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers; - Liébaut (A.), Ingénieur des Arts et Manufactures, membre de la Commission centrale des machines à vapeur et du Comité consultatif des Arts et Manufactures; - Michel-Lévy (A.), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines; - Roser (N.), chaudières à vapeur; - Sauvage (Édouard), professeur à l'École supérieure des Mines; - Walckenaer (Ch.), Ingénieur en chef des Mines. — *Suppléants :* MM. Compère (Ch.), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur; - Dorel, Ingénieur civil.

**Classe 20.** — *Machines motrices diverses.* — MM. Firminhac, Ingénieur civil des Mines; moteurs à gaz; - Le Blanc (Jules), moteurs à air chaud; - Singrun (A.-J.), turbines; - Worms de Romilly, Inspecteur général des Mines. — *Suppléants :* MM. Brulé (Henri), Ingénieur des Arts et Manufactures; moteurs à pétrole. - Wehrlin (Ch.), Ingénieur des Arts et Manufactures.

**Classe 21.** — *Appareils divers de la mécanique générale.* — MM. Bourdon (Édouard), Ingénieur des Arts et Manufactures; manomètres, appareils de graissage; - Domange (Albert), courroies de transmission; - Léauté (H.), membre de l'Institut, Ingénieur des manufactures de l'État; - Masson (Léon), Ingénieur des Arts et Manufactures, sous-directeur du Conservatoire des Arts et Métiers; - Périssé (S.), Ingénieur des Arts et Manufactures, président de l'Association des industriels de France contre les accidents du travail; - Richemond (Pierre), Ingénieur des Arts et Manufactures; mécanique générale. — *Suppléants :* MM. Hamelle (Henri), appareils de graissage; - Parenty, directeur de la manufacture de tabacs de Riom; - Roger (Paul), Ingénieur des Arts et Manufactures; fonderies de cuivre et de bronze.

**Classe 22.** — *Machines-outils.* — MM. Bariquand (Émile), machines-outils de précision; - Duval-Pihet (N.), machines-outils; - Guilliet (Germain), machines à travailler le bois; - Haret fils (Émile), menuiserie; - Maréchal (Lucien), Ingénieur en chef du matériel de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée; - Masselon (A.), sous-directeur de la manufacture d'armes de Tulle; - Poulot (Denis), machines et produits pour le polissage; - Tresca (Gustave), conservateur des collections au Conservatoire des Arts et Métiers.

### GROUPE V. — Électricité.

**Classe 23.** — *Production et utilisation mécaniques de l'électricité.* — MM. Auvert, Ingénieur du matériel à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée; - Berdin (Achille), professeur à l'École d'application des manufactures de l'État; - Hillairet (A.), Ingénieur des Arts et Manufactures; machines dynamo-électriques; - Hospitalier, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur à l'École municipale de physique et de chimie industrielles; - Javaux (Émile), directeur de la Société Gramme; - Mascart, membre de l'Institut; - Monnier (Demétrius), professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures; - Postel-Vinay, appareils et machines électriques; - Raclet, administrateur de la Société des forces motrices du Rhône; - Sciama (Gaston), directeur de la maison Breguet. — *Suppléants :* MM. Lombard-Gerin (L.), Ingénieur-électricien; - Maiche, Ingénieur-électricien.

**Classe 24.** — *Électrochimie.* — MM. Bancelin, administrateur de la Société française de l'accumulateur Tudor; - Becquerel (Henri), membre de l'Institut; - Bouty (Edmond), professeur à la Faculté des Sciences de Paris; - Moissan (Henri), membre de l'Institut. — *Suppléants :* MM. Étard, docteur ès sciences; - Street (Ch.), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur-conseil de la Société « le Carbone ».

**Classe 25.** — *Éclairage électrique.* — MM. Cance (Alexis), Ingénieur-électricien; - Ebel (Georges), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur du Secteur des Champs-Elysées; - Fontaine (Hippolyte), Administrateur de la Société Gramme; - Janet (Paul), directeur du Laboratoire central d'électricité; - Josse (Hippolyte), conseil technique des services du contentieux de l'Exposition de 1900; - Martine (Gaston); application et fournitures générales pour l'électricité; - Meyer (Ferdinand), directeur de la Compagnie continentale Edison; - Violle (Jules), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. — *Suppléants :* MM. Mjet (Maurice), Ingénieur des Arts et Manufactures; - Roux (Gaston), directeur du bureau du contrôle des installations électriques; - Soubeyran, Ingénieur civil des Mines.

**Classe 26.** — *Télégraphie et téléphonie.* — MM. Darcq, Inspecteur général des postes et des télégraphes; - Mercadier (Ernest), directeur des études à l'École Polytechnique; - Pillivuyt, directeur des établissements Pillivuyt et Cie; - Seligmann-Lui (Gustave), sous-directeur des services électriques de la région de Paris; - Weiller (Lazare), conducteurs électriques; - Willot, Inspecteur général des postes et des télégraphes; - Wunschendorf, Inspecteur général des postes et des télégraphes. — *Suppléants :* MM. Champion de Nansouty, Ingénieur des Arts et Manufactures; - Guillebot de Nerville, Inspecteur-ingénieur des télégraphes.

**Classe 27.** — *Applications diverses de l'électricité.* — MM. D'Arsonval, membre de l'Institut, professeur au Collège de France; - Bergonié (le docteur Jean), professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux; - Chaperon, Ingénieur des Arts et Manufactures, chef de division à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée; - Dumont (Georges), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur des services techniques de l'exploitation des Chemins de fer de l'Est; - Gaiffe fils (Georges); appareils médicaux; - Sartiaux (Eugène), chef des services électriques au Chemin de fer du Nord. — *Suppléant :* M. Imbert, chaudières.

### GROUPE VI. — Génie civil. — Moyens de transport.

**Classe 28.** — *Matériaux, matériel et procédés du génie civil.* — MM. Boutan (Paul), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur-conseil de la Compagnie générale des eaux; - Chatelin (Édouard), président du Syndicat des entrepreneurs de travaux publics de France; - Debray (Paul), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, directeur de la Compagnie des tramways de l'Est parisien; - Favaron (Louis), directeur de l'Association des charpentiers de Paris; - Guillotin, ancien président du Tribunal de Commerce de la Seine et du Syndicat des entrepreneurs de travaux publics de France; - Houppe (Xavier), président de la Chambre syndicale des entrepreneurs de peinture; - Michau (Henri), travaux publics; - De Préaudeau, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, professeur à l'École des Ponts et Chaussées. — *Suppléants :* MM. Candlot (Éd.) président de la Chambre syndicale des chaux et ciments; - Delalonde (Émile), travaux publics; - Laurent (Florentin), travaux publics; - Margot (Maurice), Ingénieur des Ponts et Chaussées, sous-chef d'exploitation de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.

**Classe 29.** — *Modèles, plans et dessins de travaux publics.* — MM. Agnellet (Édouard), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef des études, du matériel des voies et des bâtiments à la Compagnie du chemin de fer du Nord; - Brosselin (Gustave), vice-président du Conseil général des Ponts et Chaussées; - Choisy (Auguste), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur adjoint d'architecture à l'École des Ponts et Chaussées; - De Dartein (Ferdinand), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Inspecteur à l'École des Ponts et Chaussées; - Guillain (F.), député, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur honoraire des routes, de la navigation et des mines au Ministère des Travaux publics; - Huet (E.), Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, ancien directeur administratif des travaux de la Ville de Paris; - Jozon (Marcel), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur des routes, de la navigation et des mines au Ministère des Travaux publics; - Lévy (Maurice), membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures; - Pascal (Louis), membre de l'Institut, Architecte du Gouvernement; - Reymond (Fr.), sénateur, ancien directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures. — *Suppléants :* MM. Dubrujeaud (Léon), maçonnerie; membre de la Chambre de Commerce de Paris; - Trélat (Gaston), professeur à l'École spéciale d'architecture.

**Classe 30.** — *Carrosserie et charronnage.* — MM. Bollée père (A.), automobiles; - Clément (Adolphe), vélocipèdes; président de la Chambre syndicale du cycle et de l'automobile; - Cottenet (Maurice), Ingénieur des Arts et Manufactures; carrosserie (maison Henri Binder); - Darracq (Al.), directeur des cycles Gladiator; - Forestier (G.), Inspecteur général des Ponts et Chaussées; - Lemoine (Louis), Ingénieur des Arts et Manufactures; essieux et ressorts pour la carrosserie, les chemins de fer et les automobiles; - Unfray (Louis), directeur de la Compagnie française des cycles. — *Suppléants :* MM. Bovet-Japy (Ph.), vélocipèdes (maison les fils Peugeot frères); - De Chasseloup Laubat (le comte Gaston), automobiles; - Ducellier (G.), lanternes pour voitures et vélocipèdes; - Quénay (Édouard), directeur de la Société des chaudières et voitures système Scotte; - Rodrigues-Ely, lanternes et accessoires.

**Classe 31.** — *Sellerie et bourrellerie.* — MM. Lasne (A.), président de la Chambre syndicale des selliers-harnacheurs; - Roduwart (Georges), sellerie; - Savoy, exportation d'articles de sellerie et de bourrellerie. — *Suppléants :* MM. Copeau fils (Victor), bouclerie, articles pour sellerie; - Harrault, président de la Chambre syndicale des selliers-bourreliers.

**Classe 32.** — *Matériel des chemins de fer et tramways.* — MM. Beaugey, Ingénieur en chef adjoint au directeur des Chemins de fer de l'État; - Cléraut (Charles-Fernand), Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Ouest; - Glasser, sous-directeur de la Compagnie du Midi; - Gouin (Jules), vice-président du Conseil d'administration de Bône-Guelma; - Heurteau, directeur de la Compagnie d'Orléans; - Lethier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées; - Level (Émile), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la Société générale des chemins de fer économiques; - Metzger, directeur des Chemins de fer de l'État; - Morel-Thibaut, matériel roulant pour tramways; - Noblemaire, directeur de la Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée; - Pérouse, directeur des chemins de fer au Ministère des Travaux publics; - Salomon (Louis), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Est; - Sartiaux (Albert), Ingénieur en chef de l'exploitation de la Compagnie du Nord. — *Suppléant :* M. Colin (Edmond), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

**Classe 33.** — *Matériel de la navigation de commerce.* — MM. Bonnardel (Jean), président de la Compagnie générale de navigation Havre-Paris-Lyon-Marseille; - Bouillet (François), Ingénieur hydrographe de 1re classe; - Clavaud, administrateur délégué de la Société centrale de sauvetage des naufragés; - Couvert, président de la Chambre de commerce du Havre; - Crouan, président de la Chambre de commerce de Nantes; - Dal-Piaz, secrétaire général de la Compagnie générale Transatlantique; - Dupont (Albert), transports par eau; - Estier (Henri), armateur; - Lefèvre-Pontalis (A.), président du Conseil d'administration de la Compagnie des Messageries maritimes; - Maurel (Émile), armateur. — *Suppléants :* MM. Arman de Caillavet, secrétaire général de la Société d'encouragement du Yacht-Club de France; - Tiribilot, directeur de la Compagnie des usines de Grenelle.

**Classe 34.** — *Aérostation.* — MM. Decauville (Paul), ancien président de la Société française de navigation aérienne; - Lachambre (Henri), Ingénieur-constructeur, aéronaute; - Renard (Paul), chef de bataillon du génie, sous-directeur de l'établissement central d'aérostation militaire de Chalais. — *Suppléant :* M. Surcouf, directeur de l'École française de navigation aérienne.

*(A suivre.)*

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Société des Ingénieurs civils.

*Séance du 4 mai 1900.*

**Présidence de M. G. Canet, Président.**

M. J.-J. Marié fait une communication sur les *Voies de communication et moyens de transport à Madagascar.*

Cette communication, présentée au nom de la Commission des Études coloniales récemment instituée par le Comité de la Société, s'attache principalement à l'étude des chemins de fer à Madagascar. Cette question a déjà été traitée complètement dans le *Génie Civil* (1).

Cette communication donne lieu à une intéressante discussion à laquelle prennent part M. le général Gallieni, Gouverneur général de Madagascar, et M. le colonel Roques, Directeur des travaux publics de la colonie, spécialement invités par la Société.

M. le colonel Roques complète les indications de M. Marié en donnant d'intéressants renseignements sur la main-d'œuvre qui sera appelée à concourir à la construction du chemin de fer : main-d'œuvre indigène pour la préparation des chantiers, main-d'œuvre étrangère pour l'exécution proprement dite des terrassements et des travaux d'art. Il indique également les conditions d'exécution du tracé qu'il a étudié, notamment la tenue des terrains au sujet desquels il est projeté de très intéressantes photographies.

Répondant à plusieurs questions de M. Honoré, M. le général Gallieni indique qu'il compte sur deux sources de main-d'œuvre étrangère à l'île : d'une part, la main-d'œuvre fournie par les indigènes vivant dans le Sud-Afrique, dont la plupart sont inoccupés par suite de la guerre anglo-boer, 2000 d'entre eux récemment recrutés pour les services publics de la colonie vont être importés à Madagascar; d'autre part, la main-d'œuvre chinoise amenée par des entrepreneurs du Tonkin ou même provenant directement des provinces chinoises. De plus, des missions ont été envoyées au Japon et à Java pour savoir dans quelle proportion des appels à l'excellente main-d'œuvre de ces pays pourront être faits.

Il indique la nécessité de ne pas déplacer les travailleurs des différentes races de Madagascar de leur pays d'origine; quant aux Hovas, ce seront d'excellents agents commerciaux quand le chemin de fer aura relié l'Emyrne à la mer.

M. le général Gallieni donne ensuite des explications détaillées sur le mode d'utilisation des bêtes de somme pour les transports dans l'île, en attendant le chemin de fer, mais il montre la difficulté d'avoir de bons conducteurs d'animaux et la nécessité de ne pas déplacer les animaux de leur région d'origine. Il se déclare partisan de la traction mécanique qui lui paraît avoir plus d'avenir à Madagascar que la traction animale et pour en faire l'essai, il emmènera de France, le mois prochain, plusieurs voitures automobiles.

Sur une question de M. L. Rey, relative au prix de revient probable du chemin de fer, M. le colonel Roques donne les prix de la construction, de la chaux, de la main-d'œuvre qui permettent d'indiquer comme prix de revient celui de 167000 francs le kilomètre, dont 8000 pour le matériel roulant. Les traverses de la voie seront en métal, sauf dans la partie correspondant à la traversée des forêts, où elles seront en bois, ce qui permettra de réaliser une sensible économie.

A. B.

---

### Académie des Sciences.

*Séance du 7 mai 1900.*

**Botanique.** — *Note sur un tubercule alimentaire nouveau du Soudan*, l'Ousounify (Plectranthus Coppini *Cornu*). Note de M. Maxime Cornu.

Au commencement de l'année 1894, M. M. Cornu reçut de M. le docteur Coppin, médecin des colonies au Soudan, un tubercule de couleur noire, alimentaire, farineux, que celui-ci déclarait très analogue à la pomme de terre comme saveur. Ce tubercule désigné dans le pays sous le nom d'*Ousounify* est cultivé et vendu sur les marchés (Kita, Bammakou, Kankan, etc.), et très apprécié des Européens.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 17, p. 260.

M. M. Cornu cultivait déjà depuis huit années un tubercule très analogue désigné sous le nom de *Pomme de terre* de Madagascar, l'*Oumime*, de la famille des Labiées (*Plectranthus ternatus*). Ce n'était pas du tout la même espèce, cela était visible par la forme des feuilles et les caractères de la nervation, mais l'analogie de végétation et de port lui fit penser que l'*Ousounify* devait être une espèce du genre *Plectranthus*, et il la désigna sous le nom provisoire de *Pl. Coppini.*

Les tubercules de l'*Ousounify* sont ellipsoïdes, de forme variable, plus ou moins arrondis aux deux extrémités; ils sont de couleur noire et lisses, c'est-à-dire ni rugueux, ni écailleux.

Ce sont des tiges modifiées, comme cela a lieu dans la pomme de terre. Le tubercule n'est pas composé, il est en général simple, quoiqu'il puisse présenter deux ou trois extrémités végétatives arrondies, et non muni d'étranglements. Il est amylacé.

Les tubercules de cette nature peuvent rendre de grands services pour l'alimentation, dans les pays chauds; les colons se fatiguent vite des tubercules que leur fournit la nature tropicale, le plus souvent mucilagineux, sucrés ou fades (ignames, taro, patates).

Les essais de culture de l'*Ousounify*, exécutés au Tonkin, ont donné d'excellents résultats.

Il existe donc pour les pays chauds des tubercules alimentaires appartenant à la famille des Labiées, plus analogues à la pomme de terre qu'aucun de ceux qui sont cultivés généralement. Très faciles à cultiver et à multiplier, ils donnent un rendement abondant; ils peuvent acquérir un très gros volume et peuvent sans doute être améliorés et sélectionnés par la culture.

Enfin, ils admettent un climat *véritablement* tropical, ce que la pomme de terre n'admet pas; ils méritent donc la plus sérieuse attention.

**Chimie organique.** — *Sur la stabilité des solutions de saccharose.* Note de M. Œchsner de Coninck.

La solution aqueuse de saccharose, soigneusement maintenue à l'abri des radiations solaires et de l'action des moisissures, et à la température ordinaire, présente une stabilité relativement grande, même en présence d'influences oxydantes légères. Aussitôt que les moisissures entrent en jeu, deux catégories de transformations s'opèrent : d'abord l'inversion, puis une fermentation produisant du gaz carbonique et de l'alcool éthylique.

**Chimie organique.** — *Étude de l'hydrolyse du tissu fibreux.* Note de M. A. Étard, présentée par M. Duclaux.

Le tissu fibreux de bœuf s'hydrolyse par l'acide sulfurique, comme le ferait un polysaccharide, mais sans donner de quantités notables de leucine.

Il n'est pas démontré que les glycoprotéines soient essentiellement formées de

$$C^{n}H^{2n+1}AzO^{2} + C^{n}H^{2n-1}AzO^{2} = C^{n}H^{2n}Az^{2}O^{4}.$$

Tout leur oxygène n'est pas engagé sous forme de carboxyle. Une partie des tissus d'où elles dérivent se comporte comme des aminosaccharides. Déjà dans la nature animale, la chitine représente ces composés, car elle est un dérivé de la glucosamine.

**Physique.** — *Pendule à restitution électrique constante.* Note de M. Ch. Féry, présentée par M. Lippmann.

Le pendule que M. Ch. Féry présente à l'Académie est combiné de façon à se rapprocher autant que possible du pendule libre. Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire de remplir certaines conditions, dont les deux premières ont été indiquées par M. Lippmann. Il faut :

1° Restituer au pendule sa force vive au moment où il a son maximum de vitesse, c'est-à-dire dans la verticale;

2° Diminuer autant que possible le collage électrique, sorte d'adhérence entre les points où l'on rompt le circuit. L'auteur a pu constater ce phénomène pour des courants inférieurs à 0,005 ampères;

3° L'isochronisme du pendule ne doit pas être perturbé par le contact qui amène le courant;

4° La quantité d'énergie restituée à chaque oscillation doit être constante et indépendante de l'état de la pile qui est généralement employée comme source d'électricité.

Pour satisfaire à cette dernière condition, le pendule est actionné par un transformateur spécial donnant des courants induits transportant une quantité d'électricité indépendante de la pile et réglable à volonté.

**Physique du globe.** — *Positions géographiques et observations magnétiques sur la côte orientale de Madagascar.* Note du P. Colin.

Le P. Colin a profité de son récent passage sur la côte orientale de Madagascar pour y relever quelques nouvelles positions géographiques et les éléments magnétiques absolus :

1° Depuis Andevorante, Vatomandry et Mahanoro, la côte s'infléchit vers le sud-sud-ouest beaucoup plus que ne l'indiquent les cartes. La position des deux villes de Vatomandry et de Mahanoro doit être reculée vers le sud;

2° En réunissant toute la série des observations magnétiques qu'il a faites en 1892, 1896 et 1900, depuis Tamatave, Ampanotoamaizina, Andevorante, Vatomandry, Marosika et Mahanoro, on constate, le long de cette zone de la côte orientale, une inégalité magnétique qui se manifeste par les effets suivants : (*a*) la déclinaison subit une hausse et une baisse alternatives, d'après l'ordre des stations énumérées plus haut; (*b*) le maximum de perturbation se trouve à Andevorante, le minimum à Vatomandry; (*c*) la déclinaison et l'inclinaison varient en sens inverse l'une de l'autre.

**Thermodynamique.** — *Sur les moteurs à gaz à explosion.* Note de M. L. Marchis, présentée par M. J. Violle.

M. L. Marchis répond aux objections que M. A. Witz a faites (1) à la théorie des moteurs à gaz à explosion qu'il avait proposée (2).

G. H.

---

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

**CHEMINS DE FER**

**Le trafic à grande vitesse sur les lignes de chemins de fer électriques.** — La *Schweizerische Bauzeitung*, du 14 avril, publie une statistique des vitesses obtenues sur les grandes lignes de chemins de fer actuelles et discute la vitesse réalisée au moyen des chemins de fer électriques dans diverses nouvelles installations.

Évaluant le poids mort des trains de grandes lignes, en Angleterre, en France et en Amérique, l'auteur montre que, bagages compris, la charge remorquée peut être évaluée en moyenne à 3,7 tonnes par voyageur et que, pour une vitesse de 100 kilom. à l'heure, l'effort de traction nécessaire atteint par voyageur la valeur de 32 kilogr. Avec des voitures électriques automotrices, le poids ne dépasse pas 2 tonnes par voyageur dans les cas les plus défavorables. L'effort de traction nécessaire s'abaisse à 15 kilogr. par voyageur, soit une économie de force égale à 50 %.

L'auteur estime qu'avec des locomotives à vapeur on ne saurait atteindre, en service courant, la vitesse réalisée le 13 mai 1893 sur un parcours en palier du New-York Central and Hudson-river Railroad. Cette vitesse était de 180 kilom. à l'heure. Moyennant certaines modifications dans les voies, on pourra avec les trains électriques obtenir des vitesses plus considérables, variant entre 160 et 240 kilomètres. L'auteur cite comme devant satisfaire à ce desideratum la ligne Nantasket-Beach du Newyork-Newhaven und Hartford Road et la ligne Liverpool-Manchester.

**Voiture royale des chemins de fer de l'État bavarois.** — La voiture-salon, dont l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, a donné la description dans son numéro de mars, a été construite pour le prince régent de Bavière dans les ateliers Rathgeber, à Munich. La caisse a une longueur de près de 20 mètres; elle repose sur deux bogies à trois essieux présentant un écartement de 14m 50 entre les pivots. La suspension, qui est très élastique, est assurée par 12 ressorts longitudinaux simples et par 8 ressorts transversaux doubles. Le châssis de la caisse est en bois de pitchpin et le bâti inférieur en fer. Le véhicule est muni des freins continus Westinghouse et Hardy, ainsi que d'un frein à main. Sous

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 1, p. 14. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 21, p. 338. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

le châssis a été aménagé un coffre spacieux contenant les accumulateurs pour l'éclairage électrique.

Des plates-formes à soufflets donnent accès à l'intérieur de la voiture, dans laquelle se trouvent un grand et un petit salon (ce dernier pouvant servir de salle à manger), une chambre à coucher avec cabinet de toilette, trois compartiments et water-closets, desservis par un couloir latéral, pour la suite et les gens de service; 26 lampes électriques, montées sur circuits indépendants, assurent l'éclairage de tout le véhicule. Le poids total, en ordre de marche, est de 47 tonnes; c'est probablement le plus élevé qui ait jamais été atteint pour une voiture circulant sur les chemins de fer européens.

### CHIMIE INDUSTRIELLE

**Le velvril, succédané du caoutchouc.** — M. Red décrit, dans le *Moniteur scientifique* d'avril, une nouvelle matière susceptible de remplacer le caoutchouc et la gutta-percha.

Après avoir rappelé l'importance de ces matières, l'auteur cite les essais de plantations de caoutchouc et d'arbres à gomme de Para que l'on a faits dans la plupart des possessions anglaises. Malgré cela, l'augmentation des exportations de Para a dépassé 3000 tonnes en 1878. Le docteur Morris estime la consommation totale du monde entier à 60000 tonnes.

Il y a évidemment un intérêt réel à trouver une matière susceptible de remplacer le caoutchouc et la gutta-percha, dans leurs principales applications. L'auteur est arrivé à obtenir une matière qui serait appelée à un certain avenir. Elle est formée d'huile siccative ou demi-siccative, qui a été nitrée au moyen d'acide azotique concentré. En pratique, on emploie les huiles de lin et de castor. On purifie le produit jusqu'à ce que toute trace d'acide nitrique ait disparu et l'on incorpore dans du coton-collodion; on obtient ainsi le *velvril*.

Son inflammabilité n'est pas plus grande que celle du caoutchouc. En faisant varier les proportions des deux constituants, on obtient des séries de produits qui diffèrent par leur dureté.

Cette matière s'userait moins rapidement que le caoutchouc; un lot de *velvril*, fabriqué depuis deux ans, n'a pas changé; les variations de température n'agissent pas sur ce produit. L'eau bouillante ne le déforme pas. A une température plus élevée, les objets deviennent souples. A une grande pression et à une température élevée, la matière peut être moulée.

**Dosage de la naphtaline dans le gaz de houille.** — MM. Colman et Smith étudient, dans le *Journal of the Society of the Chemical Industry*, du 28 février, les différentes méthodes de dosage de la naphtaline contenue dans le gaz de houille. Après avoir rappelé l'importance de cette détermination, ce corps amenant des troubles très sérieux dans les conduites de gaz d'éclairage, les auteurs décrivent la méthode qui consiste à faire passer une grande quantité de gaz dans la benzine et à évaporer ensuite. Cette méthode est très incommode; elle exige une grande quantité de gaz et de benzine; elle est très longue à mettre en pratique. Les auteurs sont arrivés à un autre procédé qui donnerait de meilleurs résultats. Le principe est le suivant : la naphtaline se combine avec l'acide picrique pour former un composé cristallin très stable. On ne peut pas cependant apprécier la quantité de naphtaline retenue par un poids donné d'acide picrique, en séparant le précipité et dosant ensuite l'acide picrique non combiné, car le précipité est un mélange de picrate et de naphtaline libre.

On emploie une solution saturée d'acide picrique. On titre la liqueur avec de l'eau de baryte; le tournesol passe du brun jaune au vert, dès qu'il y a le moindre excès d'alcali. On fait barboter le gaz dans quatre flacons contenant la solution; toute la naphtaline doit être absorbée par le premier flacon. On rassemble le contenu des quatre laveurs. On laisse reposer une nuit; on filtre. On titre l'acide picrique par de la soude normale; le chiffre trouvé doit être augmenté dans de certaines proportions, car le précipité de picrate entraîne un peu de naphtaline.

Les auteurs résument leur expérience dans un tableau et terminent leur étude par la description d'un appareil permettant d'augmenter la pression du gaz, celle ordinaire étant trop faible pour le barbotage.

### CONSTRUCTION DES MACHINES

**Nouvel atelier de chaudronnerie pour la réparation des locomotives de la Compagnie du Nord, à Hellemmes-Lille.** — La *Revue générale des chemins de fer*, du mois d'avril, a publié une note très complète, concernant la nouvelle chaudronnerie que la Compagnie du Nord a fait construire récemment, à proximité de ses ateliers de réparation de locomotives, à Hellemmes, près de Lille.

Le bâtiment principal, long de 108 mètres, comporte trois travées, dont une centrale de 19 mètres de largeur et deux latérales de 12 mètres. La charpente, entièrement en fer, repose sur des piliers métalliques qui servent en même temps à supporter les chemins de roulement des transbordeurs et des grues électriques. Les locaux sont éclairés, pendant le jour, par les rampants vitrés, orientés vers le nord, des combles « sheds » et, pendant la nuit, par des lampes à arc et à incandescence.

La travée centrale est réservée au rivetage hydraulique, au travail des chaudières sur tréteaux et aux essais, soit à chaud, soit à la presse, des générateurs. Dans les deux autres travées ont été aménagés les fours à recuire, les forges pour l'emboutissage des tôles, enfin les machines-outils.

La force motrice est fournie par un moteur compound, horizontal, à condensation, de 175 chevaux, alimenté par une chaudière tubulaire de 134 mètres carrés de surface de chauffe. Les appareils de levage, tous mus électriquement, comprennent quatre ponts roulants, dont un de 17 tonnes, un de 10 tonnes et deux de 5 tonnes; il y a en outre quatre grues roulantes de 1000 kilogr. Ces engins reçoivent l'énergie d'une dynamo de 40 chevaux et d'une batterie régulatrice d'accumulateurs. Une description détaillée, accompagnée de nombreux croquis, en a été donnée pour chacun d'eux. Ces renseignements sont complétés par les résultats d'expériences auxquelles ont donné lieu les appareils de levage susdits, tant au point de vue de la puissance absorbée qu'à celui du rendement des transmissions électriques, comparées aux transmissions par cordes.

### HYDRAULIQUE

**Projet d'appareils régulateurs du niveau du lac Erié.** — L'*Engineering News*, du 22 mars, publie les dessins du projet général, proposé par le Board of Engineers on Deep Waterways des Etats-Unis, pour l'établissement, sur le Niagara River, près de Buffalo (Etat de New-York), d'ouvrages destinés à régler le niveau du lac Erié.

Le problème général de régler artificiellement le niveau de ce lac a déjà été discuté en détail dans le numéro du 4 janvier du journal précité. Cette discussion était suivie d'une brève description de la solution dont il donne maintenant les dessins détaillés.

Quant aux dépenses probables de ce projet, elles se monteraient, pour les ouvrages de réglage seulement, à 3985000 francs, auxquels il faut ajouter, pour l'installation d'une écluse et de ses raccordements aux voies navigables naturelles, une somme de 11630000 francs.

### MÉCANIQUE

**Les moteurs à gaz de grande puissance.** — Le *Stahl und Eisen*, des 15 mars et 1er avril, publie une étude de M. Münzel sur les moteurs à gaz.

Après avoir fait un historique complet du développement de ces moteurs et résumé leurs principaux avantages, l'auteur fait une description de quelques installations importantes et montre que l'emploi des moteurs à gaz de grande puissance tend à se généraliser.

Parmi les installations décrites, se trouve la station centrale de Hörde, où sont installés deux groupes de moteurs à gaz de 600 chevaux chacun. Chacun de ces groupes comprend deux moteurs à gaz à deux temps, accouplés directement à un alternateur. Dans la station centrale de Friedenhütte, à Morgenroth, les gaz des hauts fourneaux sont utilisés, pour la production de l'énergie et de la lumière électriques, respectivement dans six moteurs de 300 chevaux accouplés directement à des alternateurs et dans deux moteurs de 200 chevaux, également accouplés directement à une dynamo. Un générateur de gaz, suffisant pour la production d'une force de 2000 chevaux, a été installé dans le voisinage pour parer à une insuffisance de production en gaz des hauts fourneaux. L'auteur donne de nombreux détails sur cette dernière installation. Les gaz sont complètement débarrassés des poussières entraînées; ils contiennent, en moyenne, 28 à 30 °/o de CO, 6 à 7 °/o de $CO^2$, 3 à 3 1/2 °/o d'H. Sortis des hauts fourneaux à la température de 330° centigrades et à une pression d'eau de 90 à 150 millimètres, ils arrivent aux moteurs à la température de 13° centigrades et à une pression d'eau de 20 à 60 millimètres.

L'auteur signale encore la station centrale de Bâle où sont installés trois moteurs à gaz des fours à coke, de 300 chevaux chacun, dont le rendement est tel qu'un kilogramme de coke correspond à 0,93 kilowatt. Dans la station centrale de Romanshorn, deux moteurs à gaz de 140 chevaux actionnent par courroie un alternateur. L'étude se termine par une revue des installations, pour l'alimentation d'eau des villes, où se trouvent également employés de puissants moteurs à gaz.

**Les plans inclinés automoteurs.** — M. Henri Ghysen, Ingénieur des mines à Charleroi, étudiant, dans la *Revue universelle des Mines*, de février 1900, les plans inclinés automoteurs, au point de vue de la sécurité, s'est attaché aux deux parties essentielles de ces appareils : la poulie et son frein, d'une part, la barrière fermant le plan, d'autre part.

S'occupant d'abord de la poulie et de son frein, l'auteur passe successivement en revue différents dispositifs devant parer aux accidents occasionnés par les fausses manœuvres ou la négligence du hiercheur. L'appareil de M. Plumat, la poulie Liébin, le frein à double contrepoids de M. Préat, la poulie à embrayages à friction de M. Monnoyer, l'appareil de M. Cauvain, la poulie Van Hassel, répondent tous plus ou moins à ces desiderata. L'appareil de M. Cauvain semble cependant, convenir plus particulièrement aux plans à forte inclinaison. Le sabot du frein pénétrant dans la gorge même de la poulie, dont l'arbre se meut dans une glissière, produit un serrage d'autant plus énergique que le poids est plus considérable. La poulie Van Cassel, employée au charbonnage du Centre de Gilly, est d'un faible poids et se recommande par son graissage facile et le serrage énergique qu'elle procure.

M. Ghysen examine ensuite les différents systèmes de barrières employés dans les plans inclinés pour y supprimer les accidents dus à la négligence du préposé.

La barrière Savoye ne s'applique qu'à un seul chariot et exige que le hiercheur quitte le frein pour ouvrir la barrière.

La barrière Dessent, la cliche Leclercq, la barrière Tellier, la barrière Degueldre sont également employées dans différents charbonnages, mais elles ne préservent pas le hiercheur au pied du plan, de l'accident provenant de ce que le préposé au frein lance un chariot plein dans le plan sans l'avoir accroché à la chaîne. La barrière Jaumin, sur laquelle l'auteur donne quelques détails, supprimerait tous les accidents dus à la négligence de l'un quelconque des préposés. Cet appareil adopté aux charbonnages du Pays de Liège et de Marcinelle-Nord pour de longs plans inclinés, aurait donné jusqu'ici toute satisfaction et aurait permis d'éviter plusieurs accidents.

### MÉTALLURGIE

**Fabrication du bronze phosphoreux.** — Le bronze phosphoreux possède des propriétés caractéristiques qui le font souvent préférer au bronze ordinaire pour des applications spéciales. Sa dureté et sa résistance plus grandes le font notamment employer dans beaucoup de Compagnies de chemins de fer pour la confection des tiroirs de locomotives et des coussinets de wagons.

Le *Bulletin du Congrès des Chemins de fer* a publié, dans son numéro de mars, une note sur la fabrication de cet alliage. Sa composition la plus ordinaire est la suivante, évaluée en centièmes : cuivre 79,7, étain 10, plomb 9,5, phosphore 0,8. Le plomb donne de l'homogénéité et abaisse le point de fusion. Le phosphore n'est pas, à proprement parler, un élément constitutif; il joue le rôle d'agent réducteur. On sait, en effet, que le cuivre en fusion absorbe toujours un peu d'oxygène, quelles que soient les précautions qu'on ait prises pour le soustraire à l'action de l'air. L'oxyde formé se dissout dans la masse liquide, au détriment de la résistance et de l'homogénéité du bronze. Mais si l'on introduit du phosphore dans l'alliage, ce métalloïde, qui est très avide d'oxygène, s'en empare et forme une scorie qui remonte à la surface du bain, d'où on peut l'extraire facilement. Le procédé le plus habituellement employé pour incorporer le phosphore dans le bronze, consiste à jeter dans le creuset, en même temps que le cuivre, l'étain et le plomb, du phosphure de cuivre dont le mode de préparation est donné dans la note susmentionnée.

**Nouvelles installations dans les aciéries américaines.** — Dans le *Stahl und Eisen*, du 1er avril, M. Stammschulte publie un rapport sur de récentes installations faites dans quelques grandes aciéries américaines.

Cette étude comporte principalement une énumération des améliorations réalisées, dans les usines produisant de l'acier Bessemer, non seulement au point de vue des procédés de fabrication, mais encore au point de vue du matériel, construction des convertisseurs et engins de manutention.

M. Stammschulte étudie successivement les aciéries de Sparrows Point, des Lorain Steel Works et et les installations des South Chicago Works, des Joliet Works et des établissements de la Carnegic Co, de Pittsburg.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

**De l'emploi rationnel du charbon dans l'industrie.** — Le *Genio Civile*, de février, publie une étude de M. Romegialli, professeur de chimie industrielle à l'Institut Léonard de Vinci, à Rome, concernant l'emploi du charbon dans l'industrie.

Après avoir noté l'élévation considérable des prix des charbons en ces derniers temps, l'auteur évalue la production des divers pays et caractérise les charbons qui tendent à se substituer aux charbons anglais, dont les prix sont actuellement inabordables. Il énumère les qualités que doivent avoir les charbons industriels et expose les méthodes d'essais qu'il faut appliquer pour se rendre compte préalablement de la constitution d'un charbon et de son pouvoir calorifique.

L'auteur montre ensuite quelle importance il faut attacher à la conduite du feu et au réglage de l'air qui traverse le foyer et donne à ce sujet la description de l'appareil Anton. Cet appareil permet de faire varier automatiquement la quantité d'air qui traverse la grille, suivant l'épaisseur de combustible qui la recouvre. Appliqué à une chaudière fournissant de la vapeur à 8 kilogr. pour une machine de 30 chevaux, il aurait, par exemple, permis de réaliser une économie journalière de 200 kilogr. de charbon.

M. Romegialli fait ensuite ressortir la nécessité d'analyses fréquentes des gaz des foyers industriels, ce qui donne de précieuses indications sur la manière plus ou moins rationnelle dont sont conduits les feux. Il décrit les méthodes à employer et rend compte d'expériences entreprises à ce sujet dans les fabriques de Angeli, de Milan, où sont en activité des machines à vapeur d'une puissance totale de 1000 chevaux, alimentées par 28 chaudières.

STATISTIQUE

**L'industrie du fer et de l'acier en Italie.** — L'*Iron Age*, du 15 mars, contient un article sur l'industrie du fer et de l'acier en Italie.

Cette industrie, qui vers 1890 avait plus ou moins souffert d'une période de calme et de baisse dans la production, a subi un changement radical depuis la suppression des causes de son abaissement. La construction des navires de guerre a été le stimulant qui a réveillé l'industrie nationale italienne. On a perfectionné les anciens établissements, on en a construit de nouveaux, pour s'affranchir des importations de fer et d'acier et satisfaire à toutes les demandes. La fabrication nationale du matériel pour l'armée a eu la même action favorable sur le développement de l'industrie du fer et de l'acier en Italie. Comme autres facteurs importants de cette évolution, il faut encore citer la substitution de l'électricité aux chevaux ou à la vapeur pour la traction des tramways, et la construction de stations électriques et hydro-électriques pour l'éclairage et la force motrice.

Les progrès réalisés dans la production du fer et de l'acier font qu'il est très probable que l'industrie italienne réussira bientôt à limiter ses importations à la fonte, au coke et au charbon.

La production de fonte au moyen de minerais italiens, soit de la vallée de Bergamaske, soit de l'île d'Elbe, ne dépassera jamais certaines limites, par suite de la qualité excellente et, par suite, du prix élevé de ces minerais, et aussi à cause du manque de charbon.

Il ne faut pourtant pas oublier que le traitement des minerais italiens pourrait prendre plus de développement, si le procédé électrolytique pouvait être employé avec succès pour la production du fer, et si l'on construisait les hauts fourneaux que la maison Schneider et Cie du Creusot projette d'établir sur le continent, en face de l'île d'Elbe, ou ceux que la Societa Anonima delle Ferriere Italiane de San Giovanni a en vue au Val d'Arno.

Le combustible employé pour la production du fer ou de l'acier provient d'Angleterre (charbon et coke) et d'Allemagne (coke). Dernièrement on a tenté d'importer en Italie des charbons et du coke provenant des États-Unis.

L'auteur passe ensuite en revue les chiffres des importations en Italie des fers et des aciers des différentes sortes, suivant leur pays de provenance, en faisant ressortir les variations de ces importations. Sa revue s'étend également aux objets manufacturés, chaudières et machines, et se termine par une comparaison générale des chiffres des importations et des exportations relatifs au commerce des fers et aciers en Italie.

TRAMWAYS

**Le tramway funiculaire de Montecatini (Italie).** — Le *Genio Civile*, de février, publie une monographie de M. Tajani, concernant le tramway funiculaire de Montecatini, récemment établi entre cette localité et la station balnéaire du même nom, laquelle est située à une altitude inférieure de 204 mètres.

Le tracé de ce tramway a une longueur de 1200 mètres environ, avec rampes variant de 12 à 33,5 %. La voie est constituée par des rails Vignole, du poids de 23 kilogr. par mètre courant. La force motrice est fournie par une machine à vapeur verticale compound, de 50 chevaux, tournant à 150 tours par minute. Le mouvement est transmis avec double réduction de vitesse à un système de trois poulies motrices sur lesquelles s'enroule le câble tracteur. Ce câble en fils d'acier a une section de 300 millimètres carrés et un poids de 2k,6 par mètre courant. Ce câble peut résister à une traction de 130 kilogr. par millimètre carré et ne supporte, en réalité, jamais plus de 1080 kilogr. par unité de section. Le coefficient de sécurité est donc supérieur à 12.

Cette étude comprend une série de calculs et de diagrammes, relatifs aux efforts de traction, dans les divers cas du service et des considérations montrant comment on peut répartir uniformément la force motrice, pendant tout le parcours. Passant à l'étude du matériel, l'auteur s'attache à la description des freins automatiques de chaque voiture en donnant les détails de leur construction et de leurs essais.

Les frais d'établissement de ce tramway funiculaire se sont élevés à 300 000 francs environ.

TRAVAUX PUBLICS

**Exécution du réservoir du Jerome Park (États-Unis).** — Le réservoir du Jerome Park, que l'on exécute actuellement près de New-York, mesure 1600 mètres de longueur sur 800 mètres de largeur; sa superficie est d'environ 120 hectares et sa capacité de 9000000 de mètres cubes. Il est pour la plus grande partie en déblai, et il est croisé, d'un bout à l'autre, par l'ancien et le nouvel aqueduc de Croton. Un mur longitudinal le divise en deux parties indépendantes l'une de l'autre.

Il y avait environ 225000 mètres cubes de maçonneries de toutes espèces à exécuter, et 5300000 mètres cubes de déblais à enlever. La dépense fixée pour l'exécution de ces travaux est d'à peu près 30 millions de francs.

L'*Engineering Record*, des 13 et 27 juillet, 10 août et 9 novembre 1895, a donné la description de ce réservoir; le 4 décembre 1897, il donnait le compte rendu des travaux alors en cours d'exécution (1). Depuis cette époque, la plupart des installations et des méthodes n'ont pas été changées, cependant on a introduit certaines modifications, intéressantes soit par leur ampleur, soit par leur caractère particulier, et dont ce même journal donne la description dans son numéro du 17 février dernier.

En ce qui concerne l'ampleur des installations, on peut signaler les machines servant à l'exécution des déblais, soit dans la terre, soit dans le rocher. A un autre point de vue, l'emploi de l'air comprimé, produit dans une station centrale et transmis sur tous les points du réservoir pour actionner les perforatrices, les machines de levage et les pompes, a permis de réaliser des économies considérables. Une autre installation permet de transformer presque automatiquement les blocs de rocher extraits, en cailloux cassés servant soit comme ballast, soit à la fabrication du béton. Deux broyeurs Gates, actionnés chacun, par courroie, par une machine à vapeur de 100 chevaux, cassent chacun 375 mètres cubes de pierre en 10 heures.

Le nombre d'ouvriers actuellement occupés est de 1100. Le cube des déblais extraits est, par journée de 9 heures, de 2260 mètres cubes, dont les trois quarts sont du rocher. On consomme, par mois, 12 tonnes de dynamite et 1200 tonnes de charbon. Les travaux sont commencés depuis quatre ans, et on en a exécuté actuellement à peu près la moitié.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 25, p. 398.

---

## Ouvrages récemment parus.

**Neue Brückenbauten in Oesterreich und Ungarn,** *nebst einem Anhange: die Ueberbrückung des Donauthales bei Cernavoda in Rumänien*, par Max Förster, professeur du cours de construction à l'École technique supérieure de Dresde. — Un volume in-folio de 66 pages avec 193 figures dans le texte et 25 planches hors texte. — Wilhelm Engelmann, éditeur; Leipzig, 1899. — Prix: 30 marks.

Cet ouvrage constitue une revue critique des ponts les plus remarquables d'Autriche et de Hongrie.

M. Max Förster commence par étudier les ponts en fer. Il expose d'abord les principes les plus importants qui servent de base, en Autriche et en Hongrie, au calcul et à la construction des ponts métalliques: ponts de chemins de fer ou ponts-routes. Il passe ensuite en revue les divers types de ponts à poutres droites: ponts en poutres à âme pleine, ponts en poutres à treillis, ponts reposant sur plus de deux appuis, ponts cantilever; après avoir donné les généralités relatives à chacun de ces types, il en décrit en détail les modèles les plus intéressants qui aient été exécutés dans les deux pays. Puis il décrit, dans le même ordre d'idées: généralités et applications, les ponts en arcs, et enfin les ponts suspendus.

L'auteur passe ensuite aux ponts massifs: après quelques généralités relatives à l'emploi de cette catégorie de ponts en Autriche et en Hongrie, il étudie les principaux ponts en maçonnerie, ainsi que ceux en fer et béton (béton armé système Melan) qui ont été exécutés.

Enfin, il termine sa revue par celle des ponts en bois: système Ibjanski, système Pintowiki et système Rychter.

Un supplément, qui fait corps avec l'ouvrage, contient la description des ponts jetés sur la vallée du Danube, près de Cernavoda (Roumanie), en un point où ce fleuve est partagé en deux bras par une île que recouvrent les hautes eaux.

L'ouvrage de M. Max Förster se termine par des renseignements indiquant les administrations qui possèdent les dessins originaux des divers ponts qu'il a décrits et l'indication des démarches qu'il conviendrait de faire pour en obtenir, soit la communication, soit des reproductions.

---

**Bases statistiques de l'assurance contre les accidents d'après les résultats de l'assurance obligatoire en Allemagne et en Autriche.** — Un volume in-8° de 234 pages. — Publications de l'*Office du Travail* en vente chez Berger-Levrault et Cie; Paris, 1889. — Prix: 2 francs.

Ce travail fait suite aux études publiées antérieurement par l'*Office du Travail* sur les résultats statistiques et le fonctionnement des assurances obligatoires contre les accidents en Allemagne et en Autriche; il les récapitule et les complète par l'adjonction des chiffres relatifs aux exercices plus récents, jusqu'aux années 1897 pour l'Allemagne, et 1896 pour l'Autriche, inclusivement.

Les comptes rendus officiels publiés annuellement par l'Office impérial des Assurances et par le Ministère impérial et royal de l'Intérieur, sont l'unique source à laquelle on a puisé. Des tableaux donnent, d'une part, ces statistiques officielles elles-mêmes, et présentent, d'autre part, les principales données numériques, nécessaires à l'étude détaillée du risque-accident, que l'on a pu calculer directement au moyen des éléments que ces statistiques renferment.

---

*Le Gérant:* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 4. N° 937. Samedi 26 Mai 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Passerelle sur la Seine, entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna *(planche IV)*, p. 49; Ch. Dantin. — **Physique industrielle** : Imperfections des cycles des moteurs thermiques. Le « Moteur économique », p. 55; O. Duperron. — **Mines** : Mines de lignite de Gardanne (Bouches-du-Rhône). Construction d'une galerie souterraine destinée à relier la concession à la mer, p. 57; H. Schmerber. — **Nécrologie** : Ernest Chabrier, p. 61; Ch. Talansier. — **Variétés** : Le noir d'acétylène et ses dérivés, p. 62. — **Exposition de 1900** : Le Jury des récompenses. Liste des membres français du Jury *(suite et fin)*, p. 63.
Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences (14 mai 1900), p. 67. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 67.

*Planche IV* : Passerelle sur la Seine, entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna.

## EXPOSITION DE 1900

### PASSERELLE SUR LA SEINE
### entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna.

*(Planche IV.)*

Parmi les problèmes si complexes que la Direction de l'Exposition a eu à résoudre pour assurer la circulation des visiteurs sans que ceux-ci soient obligés de sortir de l'enceinte générale et d'emprunter les voies publiques, la traversée de la Seine présentait un intérêt tout particulier en raison des nombreux palais qui bordent ses deux rives depuis le pont Alexandre III jusqu'au pont d'Iéna. Il était nécessaire en effet que les visiteurs puissent facilement passer d'une rive à l'autre sans sortir de l'Exposition et sans troubler la circulation si intensive des grandes artères qui réunissent la rive gauche à la rive droite.

Ce résultat essentiel a été obtenu, de façon à satisfaire tous les desiderata, en élargissant le pont d'Iéna et en construisant contre les ponts des Invalides et de l'Alma des passerelles de grande largeur complètement indépendantes de ces ponts, et enfin en reliant le *Vieux-Paris* et le Palais des Armées de terre et de mer, par une passerelle conçue de façon à ne pas entraver la navigation soit pendant la construction de l'ouvrage, soit après sa mise en place définitive.

Les projets de ces différentes passerelles ont été dressés par les Ingénieurs de la navigation de la Seine : M. Lion, Ingénieur en chef, et M. Alby, Ingénieur des Ponts et Chaussées, sous la haute direction de M. J. Résal, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chargé de la direction du contrôle des constructions métalliques de l'Exposition.

L'exécution de ces travaux, rendue particulièrement difficile par les sujétions que nous venons de signaler, a été confiée à MM. Daydé et Pillé qui ont, dans cette circonstance, affirmé une fois de plus l'ingéniosité de leurs procédés de construction.

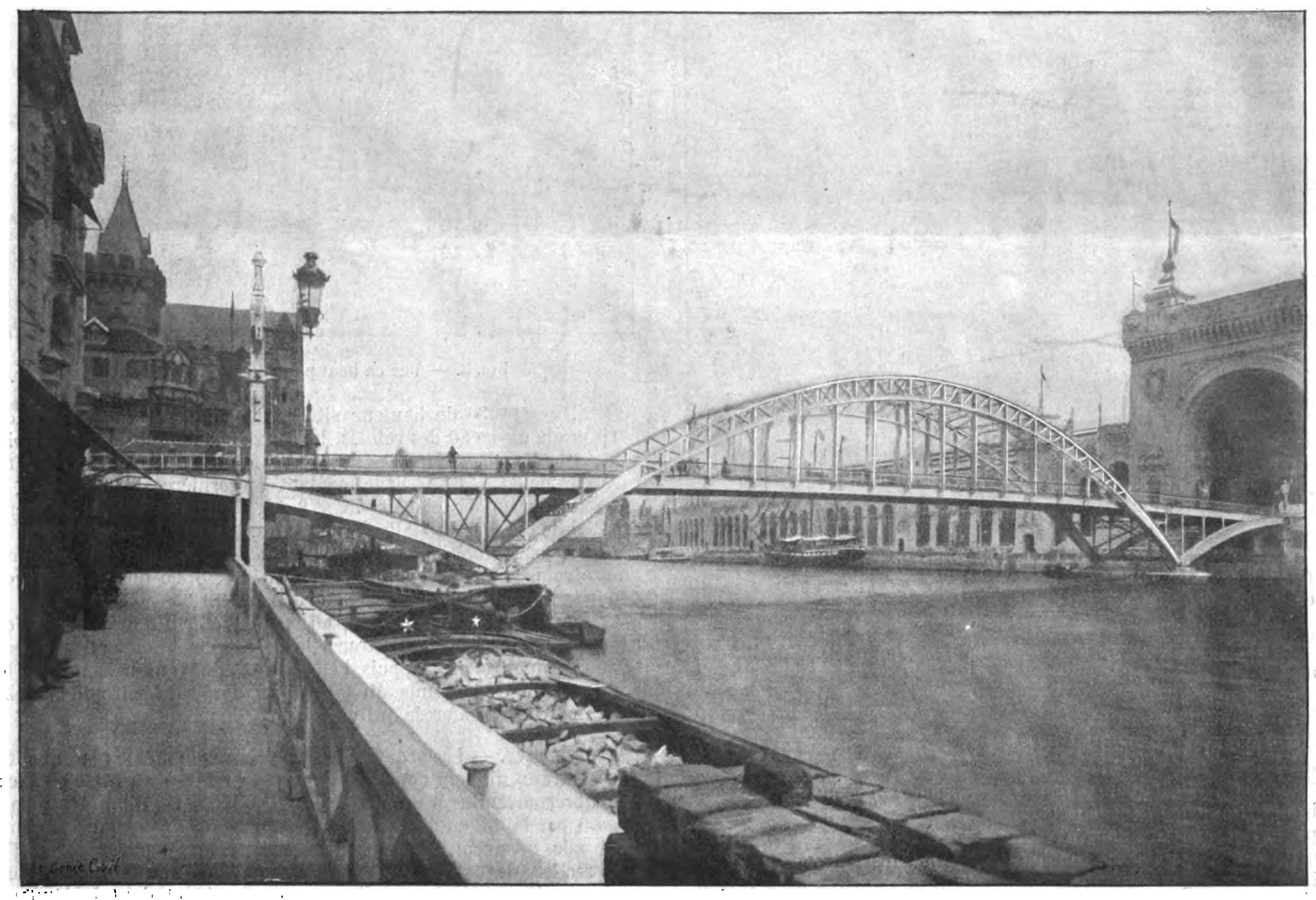


Fig. 1. — Passerelle sur la Seine, reliant le Palais des Armées de terre et de mer au Vieux-Paris.

Nous décrirons seulement dans cet article la passerelle reliant le *Vieux-Paris* au Palais des Armées de terre et de mer, et située entre les ponts de l'Alma et d'Iéna.

**Description générale.** — Cette passerelle (fig. 1 à 10 du texte et fig. 1 et 2, pl. IV) a une longueur totale de 120 mètres comprenant une travée centrale de 75 mètres et deux travées de rive de 22m 50 de longueur. Sa largeur entre garde-corps est de 8 mètres.

D'une manière générale, cet ouvrage se compose d'un tablier supporté, dans la travée centrale, par deux arcs de 15 mètres de flèche et 75 mètres de portée, articulés aux naissances et dont les rotules sont placées à 6m 400 en contre-bas du dessus du tablier, et, dans les travées de rive, par des demi-arcs s'appuyant à leur retombée sur les rotules des arcs centraux et à leur sommet sur des traverses faisant corps avec le tablier qui joue ainsi le rôle d'un tirant.

Les arcs de rive constituent donc, avec le concours du tablier, des encorbellements s'équilibrant mutuellement.

L'ouvrage est supporté par deux piles en maçonnerie distantes de 75 mètres sur lesquelles sont installées les rotules de retombée des arcs.

Le système constitué par les arcs de rive et le tablier est en équilibre instable ; pour assurer sa stabilité, les extrémités des encorbellements sont réunies par des bielles à des massifs de fondation ; ces bielles assurent en même temps l'invariabilité du niveau des extrémités du tablier sous l'action des déformations élastiques ; elles sont articulées à leur sommet et à leur pied.

ARCS SUPPORTANT LA TRAVÉE CENTRALE. — Ces arcs sont articulés aux retombées ; ils sont distants de 9 mètres d'axe en axe. Leur fibre moyenne est une parabole dont l'équation rapportée à son sommet est :

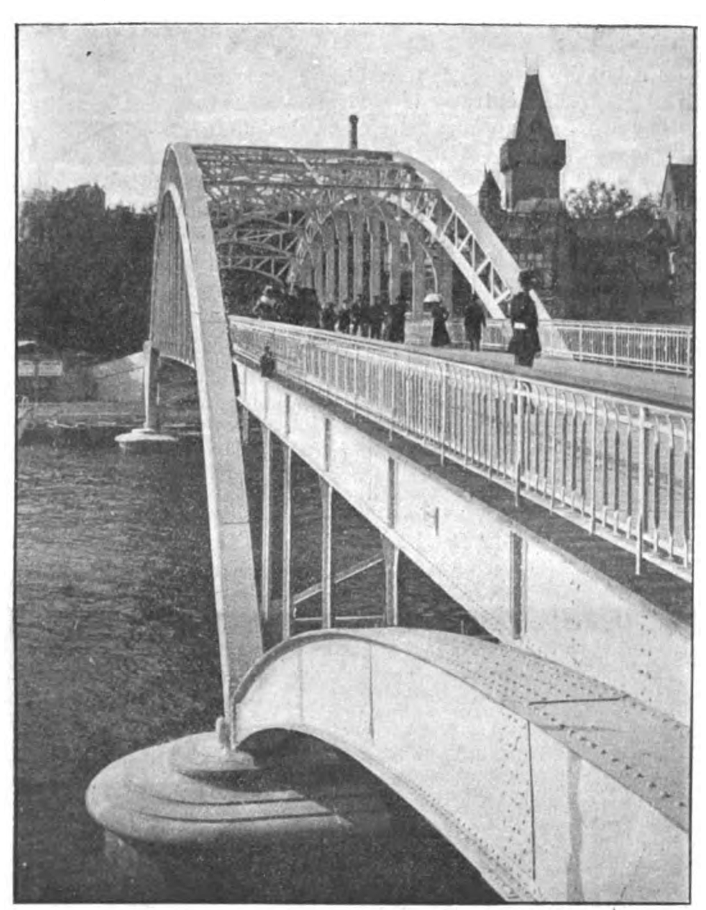


FIG. 2. — Vue en bout prise de la rive gauche.

$$y = 0{,}01067x^2.$$

La portée étant de 75 mètres, il en résulte une flèche de 15 mètres au milieu.

Les courbes d'intrados et d'extrados sont également des paraboles ; la hauteur des arcs hors cornières est de 2 mètres au milieu, et de 1 mètre au droit des appuis, mesurée verticalement. Ces arcs affectent ainsi la forme d'un croissant.

Leur section est un caisson (fig. 4 et 5, pl. IV) formé, dans la partie inférieure, depuis les rotules jusqu'au niveau du tablier, de deux parois de 10 millimètres d'épaisseur distantes de 0m 400, de quatre cornières de 80 × 80 × 10 et d'une semelle supérieure et une semelle inférieure de 700 × 10 ; ces semelles sont doublées dans certaines régions par des plats intérieurs de 380 × 14. A partir du niveau du tablier, les parois sont formées chacune d'une âme supérieure et d'une âme inférieure de 250 × 10 réunies par des montants et des diagonales. Ces âmes sont assemblées aux semelles par des cornières de 80 × 80 × 10. Les semelles supérieures sont de 700 × 10 doublées dans certaines régions par des plats de 380 × 14. Les semelles inférieures sont formées de plusieurs rangs superposés de plats de 150 × 12 placés à l'extérieur des parois, de manière à laisser libre l'intervalle entre ces parois pour le passage des montants de suspension du tablier ; le nombre des rangs de semelles est de deux à la clé, de quatre au niveau du tablier et de trois dans la partie intermédiaire. Ces semelles sont réunies par des plats de 70 × 7 formant entretoises et diagonales.

Les montants sont distants horizontalement de 2 mètres. Les principaux, de deux en deux, sont formés d'une âme de 400 × 8 et de quatre cornières de 70 × 70 × 8 ; ils se prolongent en dessous pour constituer les suspensions du tablier. Les intermédiaires sont formés de quatre cornières de 70 × 70 × 8 réunies par des plats de 60 × 8 et des goussets.

Les diagonales sont toutes formées de quatre cornières de 70 × 70 × 8 à l'exception de celles du panneau du sommet qui sont de 70 × 70 × 9 ; ces cornières sont réunies par des plats de 60 × 8 et des goussets.

*Entretoisements des arcs centraux.* — Les arcs sont entretoisés au-dessus du tablier par dix arcades placées au droit des montants principaux et constituant avec ceux-ci des portiques ayant pour but d'assurer leur stabilité ; ces portiques s'appuient sur le tablier auquel ils transmettent les efforts horizontaux qui sollicitent les arcs sous l'action du vent ; ils sont distants horizontalement de 4 mètres.

Les arcades sont formées chacune d'une membrure supérieure droite, dont la section est composée d'une âme de 150 × 8 et de deux cornières de 70 × 70 × 8 ; puis d'une membrure inférieure en anse de panier ayant la même section. Ces membrures sont réunies par des montants et des diagonales en cornières de 60 × 60 × 7 et 60 × 60 × 6.

Les arcs sont réunis, en outre, dans l'intervalle des arcades, par un contreventement formé d'une cornière de 70 × 70 × 8 ; et les arcades sont réunies en leur milieu par un longeron ayant pour but d'appuyer le contreventement et de l'empêcher de flamber. La section de ce longeron est formée de deux cornières de 70 × 70 × 8.

Au-dessous du tablier, les arcs sont réunis par deux entretoises verticales de 0m 80 de hauteur situées, la première à une distance horizontale de 1m 50 des rotules, la deuxième à une distance horizontale de 4 mètres de la première, et formées chacune de quatre cornières de 80 × 80 × 8, de montants en cornières de 70 × 70 × 7 et de treillis en fer plat de 75 × 8 ; ces entretoises correspondent aux points d'appui du tablier sur les arcs.



FIG. 3. — Vue en bout prise de la rive droite.

A leur partie inférieure les arcs sont, en outre, entretoisés par une poutre robuste formée d'une âme de 800 × 8, de quatre cornières de 90 × 90 × 12 et de semelles de 350 × 10.

Cette poutre, placée dans le plan tangent à la fibre moyenne des arcs, a pour but de les encastrer à leur base dans le sens transversal et de transmettre aux appuis l'effort total du vent agissant sur le pont, qui lui est transmis du tablier par l'intermédiaire de la croix de Saint-André renforcée qui y aboutit.

ARCS DE RIVE. — Les arcs de rive sont dans le même plan que les arcs centraux, ils sont donc aussi espacés de 9 mètres d'axe en axe ; leur fibre moyenne est une parabole tangente, à l'extrémité, au plan passant par le milieu de la hauteur des longerons et aboutissant aux rotules des arcs centraux qui sont communes aux deux.

La section de ces arcs est un caisson formé de deux parois de 10 millimètres d'épaisseur distantes de 0m 40 et dont la hauteur normale varie de 0m 80 aux retombées, à 0m 96 au milieu, et à 0m 70 à l'extrémité supérieure. Ces parois sont réunies par des cornières de 80 × 80 × 10 à des semelles qui ont 0m 70 de largeur et 10 millimètres d'épaisseur. Ces semelles sont doublées dans la région centrale, et à l'intrados seulement, par des semelles intérieures de 380 × 10.

*Entretoisements des arcs de rive.* — Les arcs de rive sont réunis par quatre entretoises verticales de 0m 80 de hauteur situées, la première à une distance horizontale de 1m 50 des rotules, et les autres uniformément espacées de 4 mètres mesurés horizontalement.

Ces entretoises sont formées chacune de quatre cornières de 70 × 70 × 7, de montants en cornières de 60 × 60 × 6 et de treillis

en fer plat de 70 × 8 ; ces entretoises correspondent aux points d'appui du tablier sur les arcs.

TABLIER. — Le tablier, dans les travées de rive, s'élève à partir des extrémités avec une rampe de 0,0317 par mètre ; dans la travée centrale les ordonnées sont celles d'une parabole tangente aux pentes des travées de rive.

Ce tablier se compose de deux longerons de rive, en forme de double té, composés chacun d'une âme de 800 × 8, de quatre cornières de 80 × 80 × 10, et d'une semelle supérieure et une semelle inférieure de 300 × 12.

Ces longerons sont distants de 7m 98 d'axe en axe ; ils ne laissent ainsi entre eux et les arcs, à leurs points de croisement, qu'un centimètre de jeu. Ils sont réunis par des entretoises porteuses, distantes de 1 mètre d'axe en axe, et par un contreventement horizontal.

Les entretoises porteuses sont de deux types : 1° les entretoises à encorbellements, prolongées en dehors des longerons par des encorbellements qui s'assemblent, à l'aide d'articulations, aux montants de suspension aboutissant aux arcs et dont il a déjà été question plus haut ; ce sont ces entretoises qui supportent le tablier dans la région centrale ; 2° les entretoises courantes, plus faibles que les précédentes et qui supportent simplement le plancher.

horizontale qui a pour fonction d'assurer la rigidité transversale de l'ouvrage sous l'action du vent et, par suite, sa stabilité.

Les arcs s'appuient sur cette poutre, dans la partie centrale, par l'intermédiaire des portiques qui ont la rigidité nécessaire, et partout ailleurs, par l'intermédiaire de croix de Saint-André verticales placées dans le plan des montants d'appui. Cette poutre, à son tour, s'appuie sur les piles par l'intermédiaire des montants et des croix de Saint-André renforcées, établis à 1m 50 de l'axe de la pile vers l'intérieur et avec le concours de l'entretoise des retombées des arcs centraux dont il a été question plus haut.

Cette poutre de contreventement est donc considérée, au point de vue des actions horizontales, comme reposant sur deux appuis distants de 72 mètres et comme ayant deux encorbellements de 24 mètres, car il n'y a pas de croix de Saint-André dans le plan des bielles d'extrémité.

L'addition de croix de Saint-André dans le plan des bielles aurait eu pour effet, par suite de la faible longueur des travées extrêmes à côté de la travée centrale, d'augmenter les réactions sur les croix de Saint-André d'appui sur pile car il se serait produit sur les croix de Saint-André des bielles des réactions de signe contraire qui les auraient augmentées.

Les longerons du tablier ont donc à remplir trois rôles : ils supportent

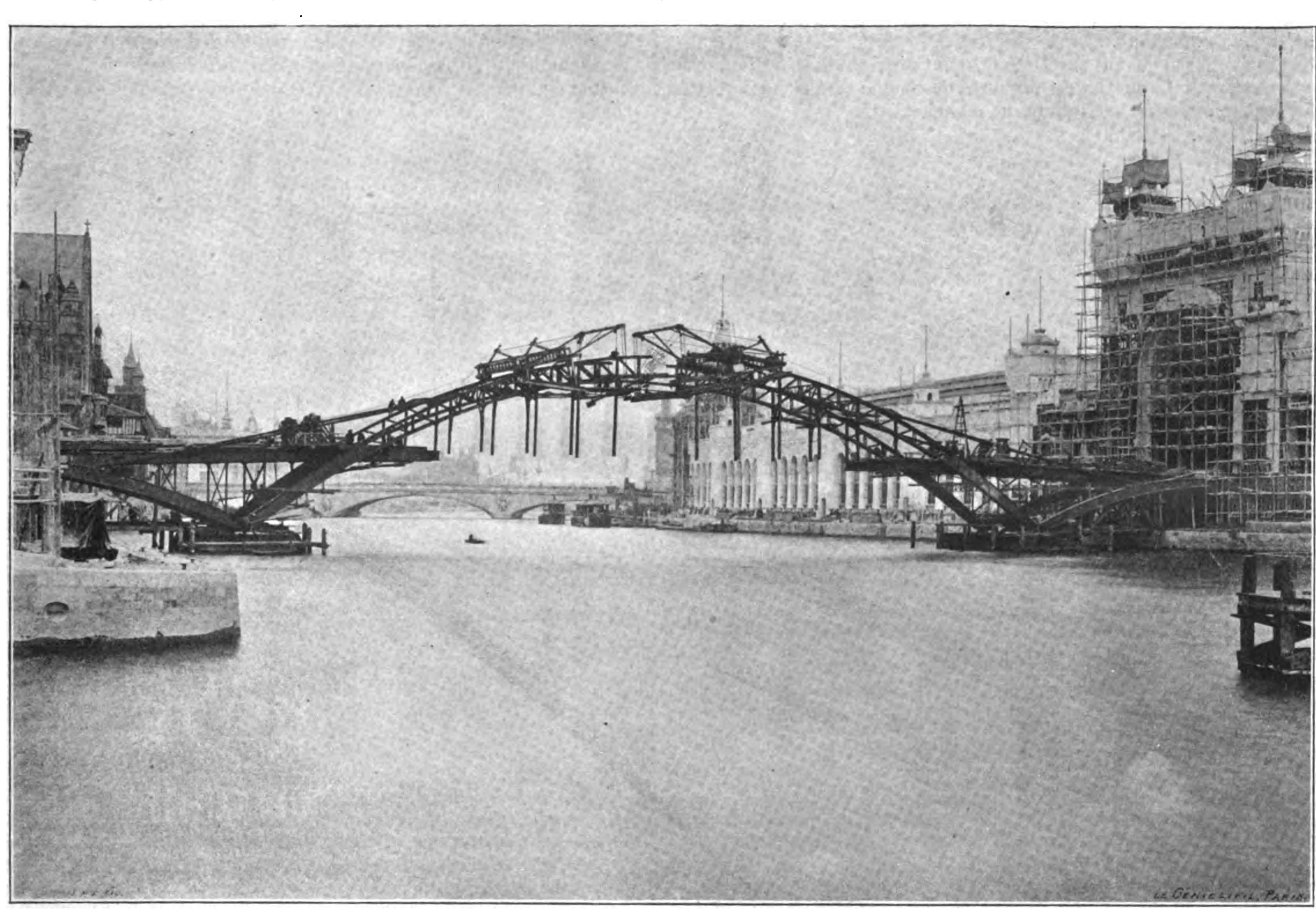


FIG. 4. — PASSERELLE SUR LA SEINE : Vue prise à la fin du montage des arcs.

Les entretoises à encorbellements (fig. 7 et 8, pl. IV) sont distantes de 4 mètres ; elles correspondent aux portiques entretoisant les arcs ; elles sont formées de quatre cornières de 80 × 80 × 8, de montants en cornières de 70 × 70 × 7 et de treillis en fer plat de 75 × 8 ; leur hauteur est de 790 millimètres. Les encorbellements qui les prolongent sont formés d'un gousset de 8 millimètres d'épaisseur bordé de cornières de 70 × 70 × 8 . A l'articulation sur le montant de suspension, le gousset est triplé de manière à présenter une épaisseur de 24 millimètres à l'appui sur le boulon d'articulation qui a 70 millimètres de diamètre.

Les entretoises à encorbellements n'existent donc que dans la région où les arcs s'élèvent au-dessus du tablier ; partout ailleurs les longerons reposent directement sur des montants en forme de croix qui s'appuient sur les entretoises des arcs.

Les entretoises courantes ont, comme les précédentes, une hauteur de 790 millimètres ; elles sont formées de quatre cornières de 70 × 70 × 7, de montants en cornières de 60 × 60 × 6 et de treillis en fer plat de 70 × 8.

Le contreventement horizontal, établi au niveau des semelles inférieures des longerons, constitue avec ces longerons une poutre à paroi

le plancher dans les intervalles des montants et des suspensions ; ils servent de membrures à la poutre horizontale qui a pour paroi le contreventement et qui doit résister au vent ; ils servent enfin de tirants pour supporter les poussées des arcs de rive.

Une traverse robuste qui les relie à chaque extrémité et avec laquelle ils sont solidement assemblés, est prolongée de chaque côté, pour servir d'appui à ces arcs.

BIELLES D'EXTRÉMITÉ. — Les longerons des arcs ne sont pas assemblés aux arcs centraux à leur croisement afin de ne pas produire d'efforts anormaux sur ces arcs.

Les suspensions courtes et les montants courts dans le voisinage du croisement sont disposés de manière à permettre un déplacement relatif.

Le système formé par les arcs de rive et les longerons est en équilibre instable, c'est pourquoi il est nécessaire d'appuyer les extrémités ; il faut aussi qu'il ne se produise pas de dénivellation des appuis extrêmes sous l'influence des surcharges, ni sous l'action des variations de température.

D'autre part, il faut faire en sorte que les poussées des travées de

rive contre-balancent dans les meilleures conditions les poussées des arcs centraux.

Pour y arriver, on a réuni les extrémités des encorbellements à des massifs de fondation par des bielles verticales susceptibles de travailler aussi bien à l'extension qu'à la compression (fig. 9 à 13, pl. IV).

L'importance relative des efforts sur les bielles des deux extrémités dépend de l'équilibre élastique du système et ne peut pas être déterminé par la statique. Il en résulte qu'on a dû, comme pour l'arc central, faire intervenir les déformations dans le calcul des encorbellements qui sont solidaires l'un de l'autre, de telle sorte qu'une charge appliquée sur l'un des encorbellements produit un déplacement général du tablier vers cet encorbellement, car il n'y a que deux appuis absolument fixes, ceux sur piles; ceux aux sommets des bielles sont libres de se déplacer horizontalement.

Rotules d'appui des arcs. — Les rotules d'appui des arcs sont en acier; elles sont composées (fig. 14 et 15, pl. IV) d'une plaque inférieure sur laquelle repose un axe de 260 millimètres de diamètre et de 1m 030 de longueur.

Les arcs centraux et les arcs de rive sont munis de sabots en acier qui viennent s'appuyer sur cet axe, chaque pièce embrassant environ le tiers de son pourtour. Toutefois, la plaque inférieure est disposée de manière à embrasser, aux deux extrémités de l'axe, environ la moitié de ce pourtour.

Les parties s'appuyant sur l'axe forment ainsi une sorte de moyeu en trois pièces. Ce moyeu est prolongé de chaque côté par des portées qui sont embrassées par une bague en acier.

Ce montage s'est effectué dans une position horizontale à un niveau supérieur de 0m 10 à celui prévu sur la pile; cette surélévation avait pour but de ne pas gêner ultérieurement le rivetage des arcs de rive.

Le deuxième lançage a été suspendu lorsque le tablier est arrivé à 0m 05 en arrière de sa position définitive pour n'être terminé que plus tard, au moment de la jonction de ce tablier avec les arcs de rive.

On a monté ensuite les arcs de rive et les entretoises qui les réunissent, puis le rivetage terminé, on a laissé descendre l'extrémité arrière de la partie montée du tablier, de manière à l'engager entre ces arcs, et on a effectué la jonction à l'extrémité.

On a alors rectifié la position du tablier sur la pile qui, à ce moment, se trouvait encore à 0m 10 au-dessus de son niveau définitif, et on a mis en place les montants et les croix de Saint-André qui réunissent ce tablier aux arcs.

On a monté ensuite les bielles d'extrémité, mais d'une manière provisoire, le réglage ne pouvant se faire qu'en dernier lieu.

Le montage est ainsi arrivé dans l'état indiqué par la figure 6.

*Montage de la travée centrale.* — On a pu alors procéder au montage de la travée centrale, en se servant comme plate-forme de la partie déjà montée du tablier.

On a d'abord mis en place les montants qui viennent immédiatement après la pile, ainsi que l'entretoise qui les réunit et les croix de Saint-André, puis également les montants voisins et leur entretoisement. On a présenté aussi à sa place, sur calages, la grosse entretoise oblique des retombées des arcs centraux; toutes ces pièces se trouvaient ainsi suspendues au tablier.

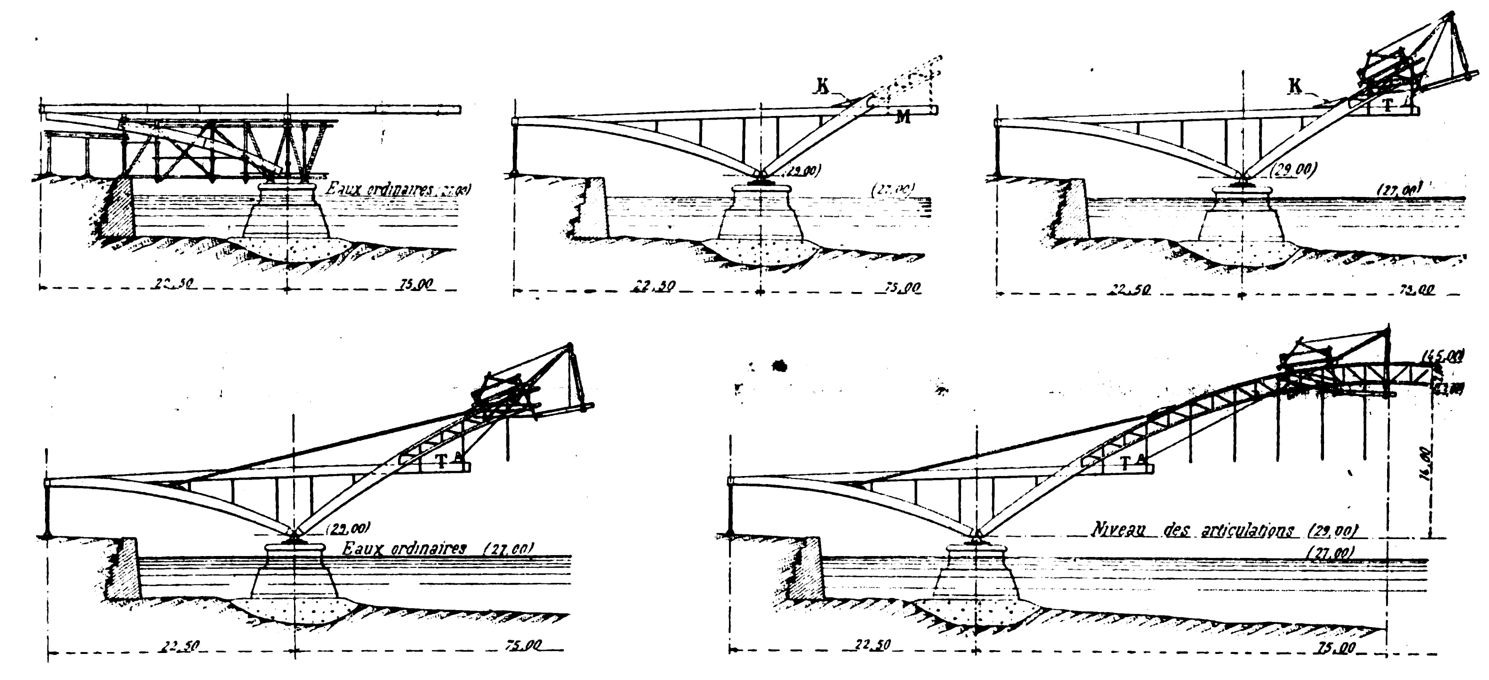



Fig. 5, 6, 7, 8 et 9. — Phases successives du montage des arcs.

Ces bagues en acier, centrées et fixées sur les têtes de l'axe, laissent entre elles et les portées un certain jeu permettant à l'articulation de jouer librement.

**Montage.** — *Montage des travées de rive.* — La navigation sur la Seine étant très intense, il fallait éviter d'établir aucune construction provisoire dans le lit du fleuve. Pour cette raison, les travées de rive ont été montées chacune sur un échafaudage s'appuyant, d'une part, sur le mur de quai, et de l'autre sur la pile, et la travée centrale a dû être montée en porte-à-faux.

L'échafaudage de chaque travée de rive comportait :

1° Une plate-forme supérieure pour le montage des extrémités du tablier;

2° Des points d'appui avec plates-formes échelonnées pour le montage des arcs de rive.

Sur la plate-forme supérieure (fig. 6), on a d'abord monté complètement les troisième, quatrième et cinquième tronçons du tablier, dans une position telle que l'avant du cinquième tronçon occupait l'avant de la plate-forme. Tous les assemblages étant rivés, on a procédé à un premier lançage qui a permis de monter à l'arrière le deuxième tronçon; puis, la rivure de ce tronçon étant terminée, on a procédé à un deuxième lançage qui a permis de monter le premier tronçon et la traverse d'extrémité. Avant d'effectuer ce deuxième lançage, on avait disposé à l'arrière 8 tonnes de lest. Les cinq premiers tronçons du tablier, de chaque côté, se sont trouvés ainsi montés, l'avant étant en porte-à-faux de 15m 50 au delà de la pile.

On a monté ensuite les tronçons inférieurs des arcs centraux, moins les parois extérieures qui ont été expédiées isolément, en les appliquant latéralement sur les extrémités des entretoises auxquelles ils étaient immédiatement boulonnés et en les assemblant aux pièces de retombée sur les piles; les parois extérieures n'ont été mises en place qu'après le rivetage des joints et des assemblages des entretoises sur les arcs.

Lorsque le montage des arcs est arrivé au niveau du tablier, on a assemblé solidement l'un avec l'autre à l'aide de pièces métalliques K préparées à cet effet. Cet assemblage, appelé à disparaître ultérieurement, avait pour but de maintenir les arcs et de permettre la continuation de leur montage en porte-à-faux.

L'état d'avancement du montage à ce moment est indiqué par la figure 7.

Jusqu'à ce moment le montage s'est effectué à la chèvre; il s'est ensuite continué en porte-à-faux à l'aide de deux grues spéciales préparées à l'avance.

Ces grues, roulant sur les semelles supérieures des arcs, étaient munies de plates-formes pour les ouvriers; elles ont été installées en place aussitôt que la saillie en porte-à-faux de ces arcs sur le tablier a été suffisante pour permettre cette installation.

Le mouvement de translation de chaque grue était produit par deux treuils, un de chaque côté, actionnant chacun un palan fixé en tête du porte-à-faux; ces palans se déplaçaient au fur et à mesure de l'avancement.

Pour réduire au minimum le poids des grues, ce qui facilitait leur

déplacement, on a installé les treuils T de levage sur la partie montée du tablier; les flèches des grues ne portaient qu'une poulie de renvoi au-dessus de chaque arc et un point d'attache du dormant du cordage de levage qui était mouflé à deux brins.

Les treuils de levage étaient ainsi immobiles et se trouvaient installés bien en arrière des grues; pour effectuer le montage d'une pièce, cette pièce était d'abord amenée à l'avant de la partie montée du tablier sur des rouleaux; puis on ramenait le crochet de la grue en arrière à l'aide d'un cordage à main amarré à demeure et on le fixait à l'élingage de la pièce; puis on disposait un fort cordage de retraite faisant deux tours morts en arrière sur une bitte en bois disposée à cet effet sur l'échafaudage. On pouvait ainsi, en laissant filer le cordage de retraite au fur et à mesure du levage, amener la pièce à l'aplomb de la grue sans à-coups et procéder à sa mise en place.

Chaque grue possédait deux appareils de levage, ce qui permettait de travailler simultanément sur les deux porte-à-faux de chaque arc et de monter symétriquement.

Le point de départ du montage en porte-à-faux à l'aide des grues est représenté sur la figure 8.

çons de membrure inférieure. On a alors soulevé les extrémités des encorbellements, de manière à exercer une poussée au sommet de l'arc central et à détruire la flèche due au porte-à-faux, ce qui a permis de boulonner les joints des membrures inférieures.

On a ensuite effectué le rivetage après avoir reculé les grues, puis on a achevé le montage des arcades entretoisant les arcs et de leur contreventement.

40 tonnes de lest avaient été placées à l'arrière, sur les extrémités des encorbellements, comme mesure de sécurité; ce lest s'ajoutait à l'action des bielles d'extrémité ancrées provisoirement. Une partie de ce lest a été disposée au droit de l'assemblage des tirants provisoires sur l'extrados des arcs de rive pour éviter une trop grande fatigue de ces arcs.

On a enfin démonté les tirants provisoires et détruit l'assemblage provisoire des arcs avec les longerons à leur croisement.

*Montage de la partie centrale du tablier.* — On a ensuite monté la partie centrale du tablier facilement, en se servant des arcs et de leurs entretoisements pour supporter les plates-formes de montage et amarrer les appareils de levage.

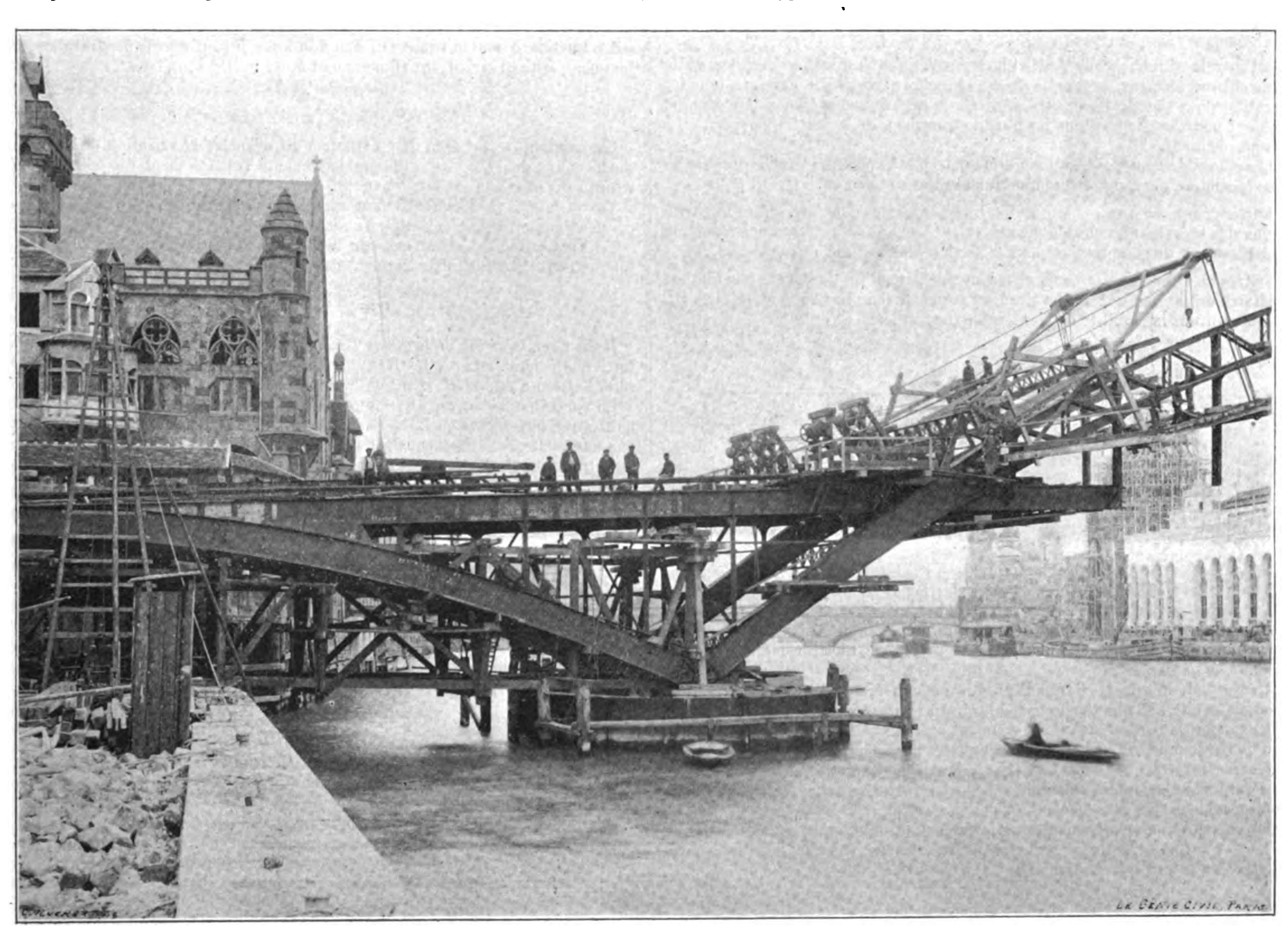


Fig. 10. — Passerelle sur la Seine : Vue prise pendant la troisième phase du montage.

Partant de ce point, on a monté le tronçon suivant, puis la première entretoise des arcs de chaque côté; on a ensuite hissé la grue à l'extrémité du porte-à-faux.

On a alors installé à chaque extrémité des arcs, immédiatement à l'arrière des grues, un tirant provisoire reliant l'extrados des arcs centraux à l'extrados des arcs de rive et ayant pour but de soutenir le porte-à-faux des arcs pendant la suite du montage.

L'état du montage en ce moment est indiqué par la figure 9.

On a monté ensuite le tronçon suivant avec la deuxième entretoise des arcs et le contreventement compris entre cette entretoise et la première déjà montée; puis on a continué le montage des arcs seuls jusqu'au sommet et effectué la jonction; les deux premières entretoises et le panneau de contreventement montés de chaque côté étant suffisants pour assurer la stabilité jusqu'au moment d'opérer la jonction des arcs au sommet (fig. 10).

Pour effectuer la jonction du sommet, on a d'abord fait baisser les extrémités des encorbellements pour mettre en place les tronçons de membrure supérieure de clé : ce mouvement était nécessaire par suite de la flèche due au porte-à-faux; on a boulonné ces tronçons et on a présenté à leur place les montants, les diagonales et les tron-

*Réglage des bielles.* — Le réglage des bielles a été pratiqué après le montage complet du tablier, y compris le plancher et le garde-corps; la température du jour étant une température moyenne, on a placé au droit de chaque bielle une charge de 6000 kilogr.; on a laissé les encorbellements se déformer dans ces conditions et on a ancré les bielles au niveau ainsi déterminé.

Après l'enlèvement des charges de 6000 kilogr., on a obtenu la tension initiale égale prévue sur les bielles sous l'action du poids mort et à température moyenne.

---

**Note sur la méthode adoptée pour le calcul des arcs.** — L'ensemble de cet ouvrage comporte deux systèmes indépendants l'un de l'autre:

1° Le système simple constitué par l'arc central ACB (fig. 11) articulé aux naissances, qui supporte la partie centrale JK du tablier;

2° Le système formé par les arcs de rive DA et BE, le tablier formant tirant et les bielles DL et EM articulées au pied et au sommet, qui supporte les parties DJ et KE du tablier.

1° *Arc central.* — Données: Poids mort par mètre courant de tablier pour un arc: 1 200 kilogr. Surcharge par mètre courant de tablier pour un arc: $400 \times 4 = 1\,600$ kilogrammes.

On a supposé qu'une charge de 10 000 kilogr. était appliquée successivement sur chacun des montants de suspension ou d'appui du tablier sur l'arc et on a déterminé les réactions produites sur les appuis pour chaque charge considérée isolément. Cette détermination a été faite graphiquement par la méthode de Ritter.

*Éléments de la partie évidée des arcs.* — Connaissant les réactions, on a construit pour chaque charge isolée un polygone de Crémona qui a donné les efforts dans chaque élément de membrure, dans chaque montant et dans chaque diagonale sous l'action de cette charge.

On a alors, par de simples proportions, déterminé les efforts dans les mêmes éléments sous l'action des charges transmises à chaque montant successive-

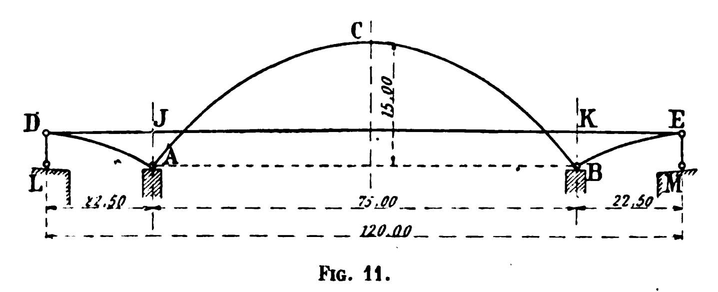



Fig. 11.

ment par la surcharge de 1600 kilogr. par mètre courant. Faisant ensuite pour chaque élément, la somme de tous les efforts positifs et celle de tous les négatifs, on a obtenu les limites positives et négatives des efforts dans chaque élément pour les dispositions les plus défavorables de la surcharge spéciales à chaque élément.

Les efforts dus au poids mort ont été déterminés par une simple proportion avec la somme algébrique des efforts déterminés ci-dessus.

*Partie pleine des arcs.* — On a déterminé comme ci-dessus, dans la partie pleine des arcs, les maximums positifs et les maximums négatifs des moments fléchissants et de compression pour la section au droit des montants.

2° *Arcs de rive.* — Les arcs de rive sont solidaires l'un de l'autre par l'intermédiaire du tablier qui forme tirant et supporte leur poussée; les bielles DL et EM assurent la stabilité de l'ensemble (fig. 12).

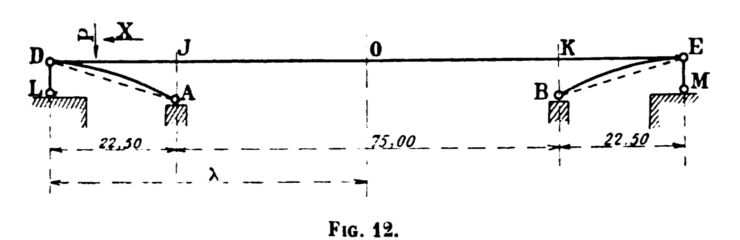



Fig. 12.

Dans un tel système, une charge verticale, P par exemple, agissant sur l'arc DA, tendra à ouvrir cet arc; il se produira une poussée qui tendra à déplacer horizontalement le tablier dans le sens indiqué par la flèche X, la bielle LD tournant autour du point L; mais, d'autre part, l'arc BE et la bielle EM s'opposent à ce déplacement.

Il résulte de là que la charge P produira sur la bielle DL une compression et sur la bielle EM une tension; sur le tirant D une tension; sur l'arc BE un effort suivant la corde tendant à fermer cet arc, et sur l'arc AD un effort suivant la corde tendant également à fermer cet arc, et produisant des moments de signe contraire à ceux dus à la charge P qui tend à l'ouvrir.

La valeur de ces forces dépend de l'élasticité de différentes parties du système et ne peut pas être déterminée par la statique.

On a supposé momentanément que le tablier formant tirant est ancré en son milieu O à un point fixe; les points A et B sont fixes, par construction; on a supposé également que la bielle DL n'existait pas.

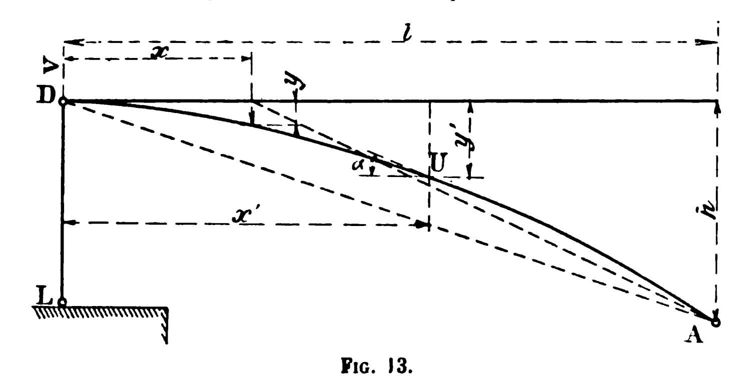



Fig. 13.

Une force verticale quelconque P (fig. 13) produira sur le tirant une tension $q = \frac{P \times (l - x)}{h}$. Le moment en un point quelconque U dû à cette force P sera égal à $m = P(x' - x) - qy'$. La compression tangentielle au même point sera :

$$N = P \sin \alpha + q \cos \alpha.$$

On a considéré (fig. 14) l'arc et sa corde et supposé cet arc divisé en un certain nombre d'éléments de longueur $\Delta a$ par les points d'appui des montants, par exemple; soit $\Delta z$ la projection de ces longueurs d'éléments sur la corde.

La distance du milieu de chaque élément à la corde est désignée par $d$.

Ayant déterminé les moments et les compressions tangentielles dans chaque élément dus à une charge P agissant au point 5 par exemple, on a obtenu la

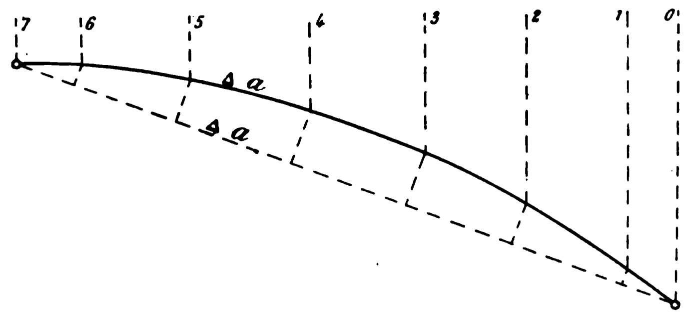



Fig. 14.

variation de longueur de corde qui résulte de l'application de cette charge par la formule :

$$\Delta c = \Sigma \frac{m \Delta a}{EI} d + \Sigma N \frac{\Delta z}{\Omega E}.$$

La traction $q$ sur le tirant OD due à la force P considérée, produira sur la longueur $\lambda$ de ce tirant, un allongement $b$, de :

$$b = \frac{q\lambda}{\Omega E}.$$

Connaissant la variation de longueur $b$ du tirant, et la variation de longueur de la corde de l'arc, on a obtenu facilement l'abaissement du point D qui résulte de ces variations de longueur.

Les variations de longueur étant toujours très petites à côté des longueurs, on peut admettre que les angles ne varient pas.

En appelant $c$ la projection sur la direction du tirant de la variation de longueur de la corde, l'abaissement du point D s'exprimera par :

$$n = \frac{(b + c) \times l}{h}.$$

Il est donc facile de déterminer l'abaissement du point D sous l'action d'une force quelconque lorsque le tirant est ancré en son milieu et, en particulier, sous l'action d'une force verticale V appliquée en D.

En supprimant l'ancrage hypothétique du milieu du tirant, la force V fera naître une force égale en E, et en supposant le point E maintenu à son niveau par une bielle, l'abaissement du point D sous l'action de la force V, sera double de celui obtenu en admettant un ancrage en O.

La force V correspond à une traction sur le tirant égale à :

$$q = \frac{Vl}{h}.$$

Une force $q$ agissant en O dans le sens de la flèche X sur la partie OEB produira un abaissement du point D égal à celui produit par la force V agissant seulement sur la partie ODA.

Le déplacement horizontal du point O correspondant à cet abaissement est désigné par $a$.

Supposant la bielle enlevée du côté chargé pour chaque cas, on obtient le déplacement vertical du point D par la formule :

$$y = \frac{(a + b + c) \times l}{h}.$$

En déterminant le déplacement vertical aussi pour une force V de 10 000 kilogr. agissant au lieu de la bielle, on obtient les réactions sur les bielles par de simples proportions.

Le calcul a été effectué d'après ces considérations. On a, comme pour l'arc central, déterminé les réactions et les moments et compressions dans l'arc sous l'action de la surcharge appliquée successivement à chaque montant; on a effectué les sommes des positifs et celles des négatifs pour avoir les limites extrêmes dues à la surcharge, puis effectué la somme algébrique qui a permis de déterminer par une simple proportion les mêmes éléments dus au poids mort.

*Dilatation.* — Sous l'action des variations de température, la dilatation du tablier sur la longueur JK de 75 mètres qui correspond à la distance des appuis qui sont fixes, influe sur la réaction des bielles et, par suite, produit des efforts supplémentaires dans les arcs de rive dont il a été tenu compte à l'aide des considérations ci-dessus.

*Bielles.* — Le poids mort est sans influence sur les bielles qui ne sont réglées qu'après le montage complet du tablier y compris plancher et garde-corps.

Le calcul a indiqué qu'il était avantageux d'appliquer une tension initiale de 6 000 kilogr. sur les bielles.

La compression maximum sur une bielle se produit dans les circonstances suivantes :

1° Lorsque l'encorbellement contigu à la bielle considérée est surchargé, l'autre ne l'étant pas;

2° Lorsque la température est maximum, on a $P = 12\,600$ kilogr. au total.

La tension maximum se produit :

1° Lorsque l'encorbellement opposé à celui contigu à la bielle considérée est surchargé, celui contigu ne l'étant pas;

2° Lorsque la température est minimum, on a : $T = 12\,900$ kilogr. au total.

Il y a presque égalité entre ces limites par suite de la tension initiale de 6 000 kilogrammes.

Pour produire la tension initiale de 6 000 kilogr. sur les bielles, il suffit d'appliquer à l'aplomb de ces pièces sur le tablier une charge de 6000 kilogr.

au moment du réglage; l'enlèvement de cette charge produira sur les bielles la tension prévue.

*Appuis sur piles.* — Les deux situations les plus défavorables pour les appuis sur piles sont les suivantes :

1° L'arc central seul surchargé :

Réaction verticale . . . . . . . . . . $P = 134\,400$ kilogr.
Poussée vers l'extérieur . . . . . . . $Q = 70\,900$ —

2° Les arcs de rive seuls surchargés :

Réaction verticale. . . . . . . . . . $P = 105\,800$ kilogr.
Poussée vers l'intérieur . . . . . . . $Q = 57\,200$ —

Le système constitué par les arcs de rive, le tablier formant tirant et les bielles produit, en somme, l'effet d'un tirant qui supporte en partie la poussée de l'arc central, car la poussée maximum de cet arc considéré isolément est de 133 000 kilogr., alors que les piles supportent au maximum 70 900 kilogrammes.

Les calculs de résistance des entretoises porteuses, du contreventement, des portiques ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ouvrage ne présentent rien de particulier.

Ch. Dantin.

---

# PHYSIQUE INDUSTRIELLE

## IMPERFECTIONS DES CYCLES DES MOTEURS THERMIQUES

### Le « Moteur économique ».

*Transformation de l'énergie dans un moteur thermique.* — Dans une machine thermique, on transporte toujours de la chaleur d'une source chaude à une source froide. Le véhicule employé pour cette opération est une masse gazeuse qui abandonne, en outre, dans les organes, un certain nombre de calories dont une partie est transformée en travail utile; l'autre est perdue en produisant des dilatations nuisibles ou en s'échappant sur des corps froids par conductibilité et rayonnement.

L'étude d'une machine, au point de vue économique, consistera à mettre en évidence toutes ces quantités de chaleur relativement au travail utilisable et à celui des frottements. Le degré de perfection se mesurera alors par la grandeur du rapport entre l'énergie correspondant au travail recueilli sur l'arbre et celle apportée par le véhicule dans le système mécanique. Ce rapport, appelé *rendement économique*, peut s'obtenir d'une façon simple; il suffit, en effet, de déterminer le premier terme à l'aide d'un frein et de calculer le second avec une table thermo-chimique.

Mais pour la recherche des imperfections d'une machine, il est nécessaire de suivre de très près toutes les transformations de l'énergie dans une période complète.

Représentation graphique d'un véhicule. — Les gaz ou les vapeurs, utilisés comme véhicules dans les machines thermiques, peuvent être représentés, dans leurs transformations successives, par une surface liant leurs trois coordonnées caractéristiques (pression, volume, température). Dans certaines régions de l'espace, l'équation de cette surface $f(p, v, T) = 0$ prend les formes suivantes :

$$p - \frac{RT}{v} = 0. \qquad [1]$$

$$p - \frac{RT}{(v - \alpha)} = 0. \qquad [2]$$

$$p - \frac{RT}{(v - \alpha)} - \frac{K\varepsilon^{-\tau}}{(v + \beta)^2} = 0. \qquad [3]$$

$$p - f(T) = 0. \qquad [4]$$

*Abaques isothermiques.* — Il est facile de représenter cette équation sur un plan par la projection d'un réseau de courbes. La représentation graphique la plus communément employée est celle qui consiste à couper la surface par des plans parallèles au plan $pOv$. On a ainsi des isothermiques qui, projetées sur ce plan et cotées de 10° en 10°, par exemple, donnent l'image très nette des divers états du véhicule.

Or, l'indicateur de Watt permet de relever avec suffisamment de précision les variations de volume et de pression de la masse gazeuse correspondant à une cylindrée. Si donc on a construit l'abaque précédent à une échelle convenable, on pourra dessiner le diagramme sur le réseau des isothermiques et, par suite, lire très facilement les variations $dv$, $dp$, $dT$ du véhicule.

On sait, d'autre part, que la surface du diagramme représente le travail indiqué; il ne reste donc plus qu'à connaître les quantités de chaleur mises en jeu pendant les transformations du véhicule pour avoir tous les éléments nécessaires à l'étude d'une machine.

*Expression analytique de la chaleur mise en jeu dans une transformation infiniment petite donnée par l'indicateur.* — L'expression $dq$ de la chaleur mise en jeu pour une transformation infiniment petite $dv, dp$ prend les formes :

$$dq \frac{df}{dT} + c\frac{df}{dp}dp + C\frac{df}{dv}dv = 0, \qquad [5]$$

dans les régions de l'espace où la surface représentative $f(p, v, T) = 0$ correspond aux vapeurs sèches ou aux gaz; et :

$$dq = \frac{\lambda dv}{\gamma - \gamma'} + r\frac{dT}{dp}dp, \qquad [6]$$

dans la région relative aux vapeurs saturantes. Dans ces formules,

$c$ et $C$ sont les chaleurs spécifiques à volume et pression constants des gaz ou vapeurs sèches;

$\lambda$ est la chaleur latente de vaporisation;

$\gamma$, $\gamma'$ sont les volumes spécifiques du gaz et de la vapeur;

$r$ est la chaleur spécifique à volume constant d'un mélange de vapeur et de liquide :

$$r = \frac{d\pi}{dT}\lambda + \varepsilon_1(1 - \pi) + \left[C_1 + \frac{d\lambda}{dT} - \frac{\lambda}{T}\right]\pi =$$

$$\frac{d\pi}{dT}\lambda + C_1 + \frac{d\lambda}{dT}\pi - \frac{\lambda}{T}\pi,$$

où $\pi$ est le poids de vapeur; $1 - \pi$ celui du liquide et $C_1$ la chaleur spécifique du liquide.

Considérons maintenant l'équation obtenue en égalant $dQ$ à 0. C'est l'équation différentielle des courbes adiabatiques.

*Abaques isentropiques.* — Remarquons que, dans tous les cas où l'on se trouve en présence de phénomènes réversibles, la courbe adiabatique est le lieu des points pour lesquels l'entropie a même valeur et qu'avec les gaz l'entropie croît à mesure qu'on s'éloigne de l'origine.

On pourrait donc représenter la surface $f(p,v,T) = 0$, sur le plan $pOv$, par des lignes adiabatiques ou isentropiques cotées comme les isothermiques. Cette représentation permettrait de constater sur le plan des abaques, où le diagramme aurait été dessiné, les périodes de transformations endothermique ou exothermique.

Méthode employée dans cette étude. — Le fonctionnement d'une machine étant donné, on pourra donc construire toujours le cycle représentant les transformations du véhicule en faisant l'hypothèse de l'inactivité des parois. L'étude de ce cycle donnera, sur le rendement théorique absolu et sur les meilleures conditions de fonctionnement, des indications très précieuses. Sa comparaison avec le cycle de Carnot fournira le moyen d'apprécier la machine par rapport à une machine absolument parfaite. Enfin, la superposition des diagrammes relevés sur des moteurs en service mettra nettement en évidence l'influence des divers éléments intervenant pendant la période de transformation de l'énergie calorifique en travail. On aura ainsi les facteurs du rendement indiqué dans l'organe de transformation. La différence entre ce rendement et le rendement effectif donnera la valeur du rendement organique.

Cette méthode simplifiera beaucoup la recherche des imperfections des machines thermiques et nous conduira tout naturellement à un moteur plus économique que les autres, basé sur l'introduction à basse température de la chaleur dans un véhicule complexe produit par un générateur spécial que nous avons expérimenté et qui nous a donné, aux derniers essais, des résultats absolument concluants.

*Nouvelle classification des machines thermiques.* — D'après la situation des diagrammes relevés, sur le plan des abaques, nous sommes amené

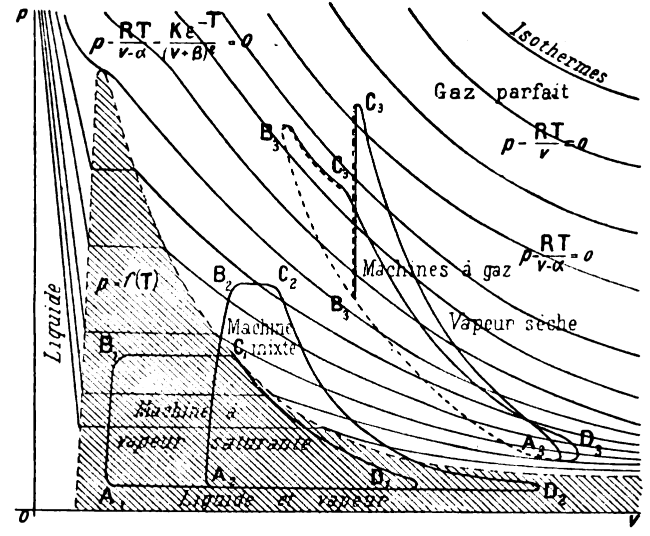



Fig. 1. — Représentation d'un véhicule de chaleur et de quelques cycles théoriques.

à adopter une nouvelle classification des machines thermiques. Nous considérons (fig. 1) :

1° Des machines à vapeur saturante, cycle $A_1\,B_1\,C_1\,D_1$; 2° des machines à vapeur sèche ou saturante (mixtes), cycle $A_2\,B_2\,C_2\,D_2$; 3° des machines à gaz, cycle $A_3\,B_3\,C_3\,D_3$.

Dans les deux premiers types, l'introduction de chaleur se fait indépendamment du cylindre; aussi les résultats obtenus par l'étude des cycles doivent-ils être corrigés par un coefficient qui dépendra du foyer, du générateur et de l'installation de la prise de vapeur et des conduites.

Dans le dernier type, au contraire, tout se passe dans l'organe de transformation, où il suffit de tenir compte des phénomènes chimiques qui modifient le cycle et l'empêchent de se refermer sur lui-même.

**Étude particulière des machines a gaz.** — *Mode d'introduction de la chaleur.* — Nous allons étudier tout particulièrement les machines à gaz, car ce sont actuellement les plus parfaites, grâce au mode d'introduction de la chaleur dans le cycle. Les calories destinées à être transformées en travail sont fournies au véhicule par ce véhicule lui-même qui, dans une réaction chimique, met en jeu toute l'énergie calorifique qu'il renferme.

Toutefois, il existe quelques types anciens où les calories sont cédées au véhicule par conductibilité ou rayonnement, mais le rendement pendant l'introduction de chaleur dans le cycle est trop faible pour que nous ayons un intérêt quelconque à comprendre ces machines dans notre étude et, du reste, elles sont presque complètement abandonnées dans la pratique.

Nous ne nous occuperons donc que des moteurs à réaction chimique. La réaction la plus généralement utilisée est une combustion soit instantanée soit progressive, mais il peut arriver qu'au lieu d'une combustion on emploie toute autre réaction chimique dégageant de la chaleur et donnant naissance à des corps qui se présentent toujours à l'état gazeux. C'est là un point très important, car toute la théorie que nous allons exposer ne s'applique qu'à un véhicule formé dans la partie active du cycle d'un mélange de gaz plus ou moins parfaits.

Les principes de la thermo-dynamique peuvent être utilisés dans le cas d'un mélange de gaz, à condition que leur température soit uniforme, tout au moins en ce qui concerne le principe de l'entropie. Par suite, la représentation graphique à l'aide d'abaques isothermiques ou isentropiques est également possible.

Bien que le véhicule ne soit pas le même avant, pendant et après la réaction chimique, nous représenterons toutes les transformations de ses éléments $p$ et $v$ sur l'abaque qui correspond aux produits de la réaction en différenciant par des lignes pointillées les transformations avant réaction complète.

*Fonctionnement et cycle théorique général (hypothèse de l'inactivité des parois).* — Soit, par exemple (fig. 2), le cycle ABCDE, où AB (ligne pointillée) est la ligne d'introduction du véhicule dans la machine.

En B, on détermine le commencement de la réaction qui se poursuit suivant BC (ligne double).

De C à D et E, il y a transformation de l'énergie mise en jeu par la réaction, une partie étant transportée sur une source froide.

Le trajet ABC dépend du fonctionnement des machines, mais les transformations CDE se retrouvent dans tous les cycles.

Fig. 2.

Si nous faisons l'hypothèse de l'inactivité des parois, dans le système mécanique de transformation, la seule source de chaleur dans le cycle est donc la combinaison chimique, la seule source froide le condenseur.

Par conséquent, la courbe AB est une adiabatique dans le plan de l'abaque du véhicule avant la réaction; la courbe CD est une adiabatique dans le plan de l'abaque considéré, et correspond à la détente dans le cylindre moteur; tandis que DE correspond à l'échappement et à la perte de chaleur dans le condenseur.

La forme générale des cycles des moteurs à gaz étant bien établie, nous mesurons toujours le travail par la surface ABCD qui, d'après le principe de l'énergie, est équivalente à la perte de chaleur Q — Q' subie par le système.

*Cycles équivalents.* — Or, on peut remplacer le cycle ABCDE non réversible par un cycle ECD (fig. 3) fermé, réversible et équivalent.

Nous appelons *cycle équivalent* un cycle mettant en jeu la même quantité de chaleur et fournissant le même travail. Ainsi, les quantités de chaleur mises en jeu le long de EC et de BC sont égales, ainsi que les surfaces ABCD et ECD.

Fig. 3.

Le trajet EC, pour lequel $\int dq = q$, est complètement indéterminé, car $dq = A dv + B dp$ n'est pas une différentielle exacte. Il existe donc, pour aller de E en C, une infinité de chemins répondant à la question.

Si on en considère deux quelconques, ils déterminent deux cycles dont l'un doit produire du travail et l'autre recevoir un travail égal. Les surfaces [1] et [2] sont égales, $\int p dv$ étant le même de E à C.

Or, si on écrit que la variation d'énergie entre les deux états du véhicule définis par les deux points E et A est indépendante des transformations successives et est, en particulier, la même pour les parcours ABCE et ABCDE, on trouve : surface ABCD = surface ECD. Les deux cycles sont donc bien équivalents.

L'indétermination même du trajet EC montre que *le rendement d'une machine à gaz quelconque ne dépend que de la situation du point* C, c'est-à-dire de la pression et de la température qui marquent la fin de la réaction chimique.

Donc, quel que soit le fonctionnement du type de machine envisagé, il y a lieu de se préoccuper uniquement des variables $p$, $v$, T au point C et de la quantité de chaleur mise en jeu par la réaction chimique. Supposons que, dans une série de moteurs différents, on emploie la même quantité du même véhicule, le même abaque pourra servir à l'étude des différents cycles correspondants pour lesquels les points A et E ne changent pas.

Faisons maintenant, pour la commodité des démonstrations qui suivent, une hypothèse sur les cycles ECD par lesquels nous remplaçons les cycles originaux ABCDE. Choisissons pour la courbe EC celle le long de laquelle on a toujours $dq = K dp$ (toute autre hypothèse conduirait évidemment aux mêmes résultats).

C'est une courbe de la même famille que les adiabatiques et jouissant par suite de propriétés analogues.

Son équation différentielle est :

$$C \frac{df}{dv} dv + \left[ c \frac{df}{dp} + K \frac{df}{dT} \right] dp = 0 \text{ (1)}.$$

*Machines équivalentes.* — On peut toujours, étant donné un cycle quelconque ABCD correspondant à une machine, trouver un cycle équivalent ECD dans ces conditions et, à la place de la machine en question, en considérer une autre fonctionnant suivant le deuxième cycle.

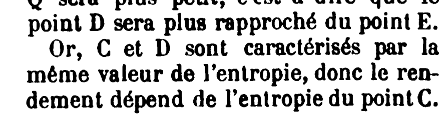
Les résultats obtenus de cette manière conviendront parfaitement aux deux, et, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, à toutes celles où la détente commence au même point C.

Les rendements sont donnés par la formule : $R = \frac{Q - Q'}{Q}$.

Q est le même pour tous les cycles envisagés;

Q' se calcule par la formule : $Q' = -\int C \frac{\frac{df}{dv}}{\frac{df}{dT}} dv$, qui devient :

$Q' = \int C dT$, et, par suite, le rendement sera d'autant plus grand que Q' sera plus petit, c'est-à-dire que le point D sera plus rapproché du point E.



Or, C et D sont caractérisés par la même valeur de l'entropie, donc le rendement dépend de l'entropie du point C.

Fig. 4.

**Théorème sur le rendement en fonction de la pression.** — Le rendement des machines à gaz croît avec la pression qui marque la fin de la réaction chimique.

En effet, soient (fig. 4) deux points C et C' voisins, correspondant aux deux courbes EC et EC', telles que l'on ait de E à C et C' :

$$Q = K(p_c - p_e) = K'(p_{c'} - p_e).$$

(1) L'équation différentielle d'une courbe adiabatique, dans le cas où on prend pour $f(p, v, T) = 0$, la forme $p(v - \alpha) - RT = 0$, est :

$$C p dv + c(v - \alpha) dp = 0,$$

avec :

$$R dT = p dv + (v - \alpha) dp.$$

Si au lieu de prendre $p$ et $v$ comme variables indépendantes, on prend $p$ et T, cette équation devient :

$$C dT = (C - c) T \frac{dp}{p} = ART \frac{dp}{p},$$

et l'équation générale, en posant :

$$C = a + bT,$$

devient:

$$\frac{T^a e^{bT}}{p^{AR}} = \text{constante}.$$

Pour les courbes EC, le long desquelles $dq = K dp$, les équations différentielles seraient :

$$C \frac{p}{R} dv + c \frac{v - \alpha}{R} dp = K dp,$$

$$\text{et} \quad C dT = \left(K + \frac{ART}{p}\right) dp, \qquad \text{ou bien : } (a + bT) dT = \left(K + \frac{ART}{p}\right) dp.$$

On peut facilement constater sur ces formules l'analogie des deux courbes, l'adiabatique étant caractérisée par $K = 0$.

La courbe EC' se trouve tout entière au-dessus de EC. En effet, en E on a :

$$\frac{dp}{dv} = \frac{C\frac{p}{R}}{K - \frac{c(v-\alpha)}{R}}.$$

Or, si K pour EC est plus grand que K' pour EC', la tangente au point E à EC' est au-dessus de la tangente à EC. Il en résulte que la pression $p_{c'}$ en C' est plus grande qu'en C.

D'autre part, si nous parcourons le cycle EC'C dans le sens où l'on produit du travail, la quantité totale de chaleur mise en jeu doit être

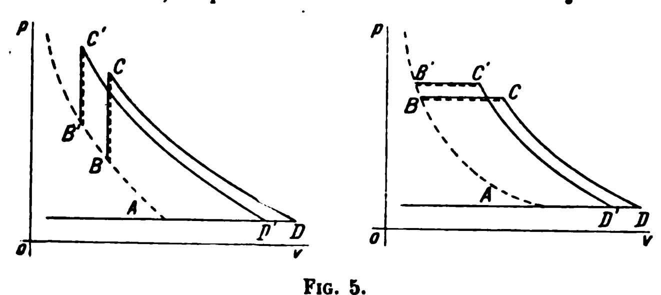



Fig. 5.

positive. Par suite $dq$ suivant C'C est positif, et l'entropie en C' est plus faible qu'en C; le point C' est au-dessous de l'adiabatique du point C.

Donc le rendement croît avec la pression.

**Premier principe : Principe des pressions.** — Il résulte de ce théorème que :

1° *Pour un moteur déterminé, il y a avantage à accroître la pression à la fin de la réaction;*

2° *De deux systèmes utilisant la même quantité du même véhicule dans une période complète, le plus avantageux est celui pour lequel la pression à la fin de la réaction est la plus élevée.*

Nous verrons l'interprétation qu'il faut donner à ces principes, lorsque nous étudierons les deux types de machines à gaz qu'on rencontre dans la pratique.

*Démonstration du même théorème en partant des cycles particuliers.* — Il est évident que ce théorème du meilleur rendement peut se démontrer en considérant les cycles particuliers à ces deux types (fig. 5), puisqu'il ne s'agit que d'appliquer le principe de l'équivalence. On vérifierait par le calcul l'augmentation de température au point C' et on en déduirait que ce point C' est compris entre l'adiabatique et l'isothermique du point C.

*Limite de pression.* — Si le rendement croît avec la pression, il est certain que cette dernière ne peut dépasser une limite déterminée dans chaque cas par la résistance des matériaux. Cependant, lorsqu'on n'est pas gêné par des considérations de poids on peut l'augmenter beaucoup.

Mais il est nécessaire, dans ces conditions, d'apporter un soin tout particulier à la fabrication de tous les organes mécaniques. Les soupapes, les presse-étoupe, les segments doivent être irréprochables, afin d'éviter les fuites qui feraient perdre le bénéfice des pressions élevées. D'autre part, pour conserver au moteur les qualités qu'il possède forcément au début, grâce à la perfection de toutes les pièces, il faut le mettre dans des conditions de marche telles que les parties délicates ne s'usent pas et, par conséquent, soient toujours parfaitement lubrifiées. Il faut donc éviter, autant que possible, les hautes températures qui volatilisent les huiles ou les graisses et augmentent les frottements.

Nous sommes donc conduit à comparer les rendements des cycles qui fonctionnent dans le même intervalle de pression et qui utilisent des températures différentes.

Il serait facile de vérifier par le calcul, qu'en particulier, pour la machine à vapeur surchauffée marchant à une pression donnée avec un condenseur déterminé, le rendement diminue lorsque la température de surchauffe augmente à partir d'une certaine limite. Cette limite correspond à la température pour laquelle la condensation de la vapeur commence juste à la fin de la détente.

Ce phénomène de décroissement de rendement avec l'accroissement de température est général et peut se démontrer pour les machines à gaz.

O. Duperron,
*Ancien élève de l'École Polytechnique.*

*(A suivre.)*

## MINES

### MINES DE LIGNITE DE GARDANNE (BOUCHES-DU-RHONE)

**Construction d'une galerie souterraine destinée à relier la concession à la mer.**

M. Domage, directeur de la Société nouvelle des Charbonnages des Bouches-du-Rhône, a publié récemment (1) une étude des plus documentées sur l'établissement de la grande galerie, actuellement en construction, allant des mines de lignite de Gardanne (près Marseille) à la mer. Nous nous proposons de donner ici quelques indications générales sur cet important travail et d'indiquer plus particulièrement les moyens adoptés et les appareils employés pour amener cette délicate entreprise au point auquel elle est arrivée à l'heure actuelle.

Nous n'aborderons pas les questions relatives à l'étude et à la classification géologique du bassin de Fuveau, dans lequel se trouvent situées les mines de lignite; nous nous bornerons simplement à citer la classification à laquelle on est arrivé à la suite des dernières recherches faites dans ce but. M. Bertrand, Ingénieur en chef des Mines, s'exprime ainsi à ce sujet :

« Le bassin de Fuveau est formé par les assises puissantes du système fluvio-lacustre, qui a terminé en Provence la série crétacée et qui s'est prolongé avec dépôts plus calcaires pendant tout l'éocène. »

Les couches carbonifères se trouvent toutes dans le calcaire marneux de Fuveau, ou Fuvélien, qui fait partie de la série fluvio-lacustre.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, il est utile de dire quelques mots sur la situation générale du bassin de Fuveau, nous reportant pour les détails à la carte ci-jointe (fig. 1).

En faisant abstraction de quelques points où le terrain à lignite reparaît sur de faibles étendues, l'étage fuvélien est surtout développé dans deux régions.

La première est celle de Valdonne-Fuveau-Trets, dans laquelle les couches ont généralement une inclinaison de 12 % vers le nord. M. Oppermann, Ingénieur en chef des Mines, dit au sujet de cette région : « On peut raisonnablement admettre que les couches de lignite exploitées au nord de la chaîne de Regagnas, dans la région de Gréasque, Fuveau, Peynier, Trets, s'enfoncent jusqu'à une grande profondeur sous les parties supérieures du terrain à lignite et même plus loin sous le terrain éocène, car tous ces terrains sont d'une régularité parfaite. Et il est aussi à présumer qu'elles y sont encore exploitables, car on n'a pas encore observé jusqu'ici qu'elles subissent un amincissement ou un appauvrissement en profondeur. »

La deuxième région est celle de Gardanne, dans laquelle, d'après M. Oppermann, « le bombement ou le plissement qui a donné à la chaîne de l'Étoile son relief actuel, a, pour ainsi dire, arraché un assez grand lambeau de terrain à lignite de la partie qui plonge régulièrement vers le nord-ouest, sous Gardanne, et l'a soulevé jusqu'à la surface, en lui faisant subir un mouvement de bascule qui a donné aux couches une inclinaison de 15 à 17° vers le sud, c'est-à-dire dans la direction des terrains secondaires de cette chaîne de montagne ».

Le bassin de Fuveau renferme au total vingt-trois concessions, d'une superficie globale de 3188,7 hectares; toutefois, actuellement, à part quelques petites exploitations, il n'y a que trois grandes Compagnies exploitantes de réelle importance. Ces trois Compagnies qui ont, du reste, englobé la majeure partie des autres concessions, sont les suivantes :

1° La Compagnie des mines de la Grand'Combe, exploitant la concession de Trets;

2° La Société Michel, Armand;

3° La Société des Charbonnages des Bouches-du-Rhône qui, à elle seule, possède sept concessions occupant une surface d'environ 134 kilom. carrés. Cette Société exploite, avec deux sièges d'extraction bien distincts, le puits E. Biver, à Gardanne, et les puits Castellane et Léonie, reliés à la station de Valdonne par un embranchement particulier de 1 100 mètres de longueur.

Les couches principales du bassin sont au nombre de sept, à savoir : la couche ou mine de Gréasque, la couche des Deux-Pans, celle de l'Eau, celle du Gros-Rocher, celle des Quatre-Pans, la Mauvaise-Mine et enfin la Grande-Mine. La puissance en charbon de ces différentes « mines » est assez variable; celle de la Grande-Mine, par exemple, varie entre 3m 10 et 0m 80. Les autres couches, moins riches, ont des épaisseurs allant de 0m 50 à 1m 10. Nous donnons (fig. 2) une coupe à travers l'exploitation de Gardanne, qui montre bien la position des différentes couches dans cette région.

Le lignite que l'on extrait de ces couches du bassin de Fuveau mérite tout particulièrement d'attirer l'attention, car il se rapproche, par sa composition, beaucoup plus des houilles sèches à longues flammes que du lignite proprement dit. Il renferme, en effet, plus de 60 % de carbone et ne donne que de 6 à 7 % de cendres, son pouvoir calorifique brut atteignant 6 063 calories. Dans ces conditions,

(1) *Annales des Mines*, 9e, 10e et 11e livraisons de 1899.

il est aisé de se rendre compte de l'importance que sont destinées à prendre ces exploitations à proximité de Marseille, si, par un moyen quelconque, on arrive à rendre pratique et peu coûteux le transport du combustible extrait à notre premier port maritime.

Il est intéressant de constater que, depuis quelques années, la production semble de nouveau être en sérieux progrès; en 1898, elle atteignait le chiffre déjà considérable de 450 316 tonnes. Il n'est pas douteux qu'une fois la galerie de la mer terminée et en service, ce chiffre sera largement dépassé. Nous ferons, du reste, immédiatement observer que, par suite du percement de la galerie de la mer, on évalue la richesse exploitable, dans les concessions de la Société des

M. Villot, inspecteur général des Mines, s'exprime ainsi sur les caractères du bassin :

« L'ancienne vallée de l'Arc est un bassin complètement fermé aujourd'hui par des hauteurs de calcaires secondaires, sauf suivant le détroit d'Aix ou des Milles formant une lacune de quelques kilomètres dans cette ceinture secondaire qui limite au nord le bassin de Fuveau et suivant le détroit de Berre par lequel le bassin a toujours communiqué avec les mers contemporaines.

» On doit considérer comme à peu près évident que les formations anciennes se continuent sous les deux détroits indiqués, comme des seuils recouverts, en sorte que l'on a, en réalité, l'image d'un bassin

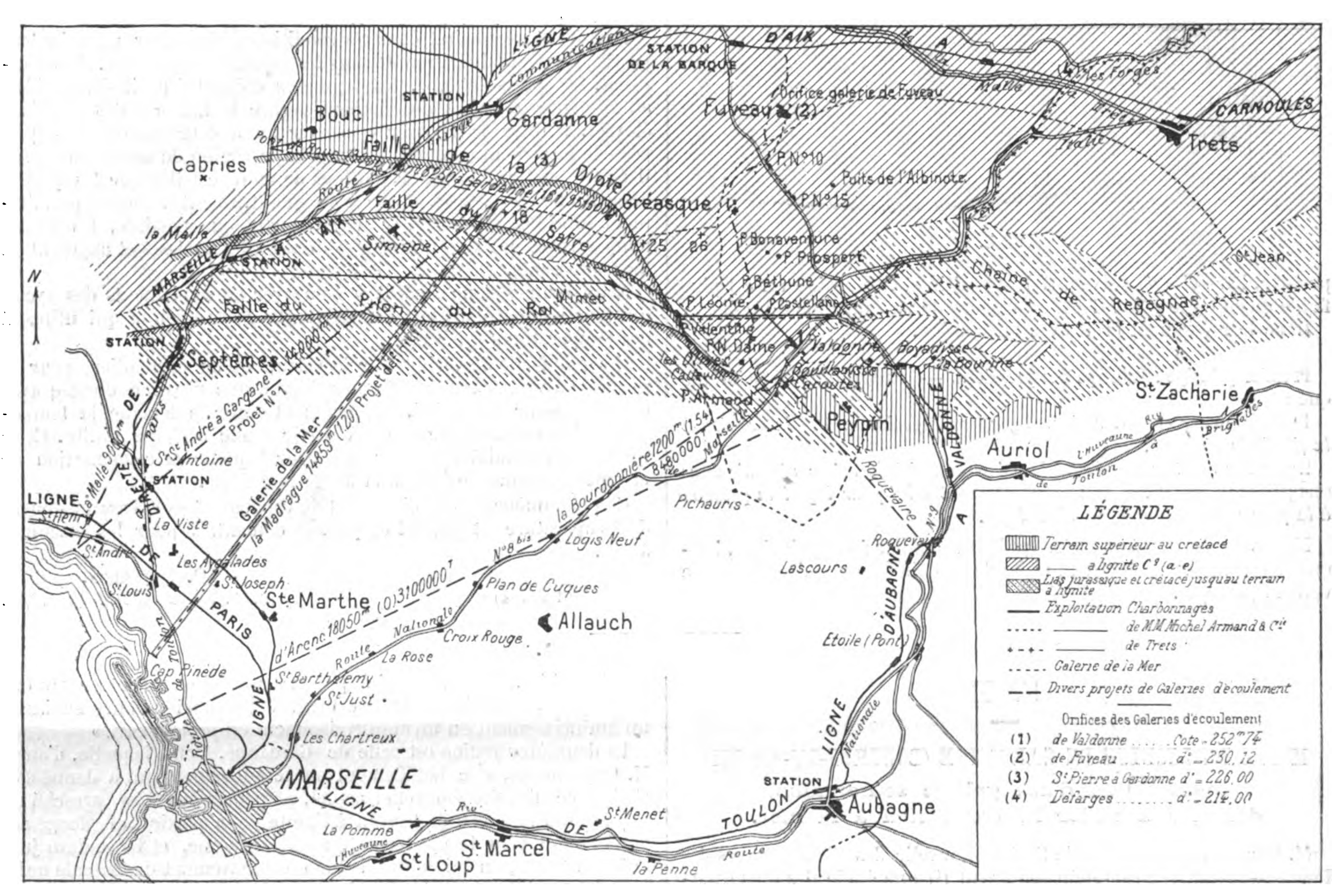



Fig. 1. — Carte d'ensemble de la région nord-est du bassin de Fuveau.

Charbonnages seules, à plus de 89 millions de tonnes, et, si l'on tient compte des autres concessions, il n'est pas téméraire de dire que le tonnage total susceptible d'être extrait, sans trop de difficultés, dépassera 150 millions de tonnes.

Nous n'avons pas l'intention d'entrer ici dans tous les détails des

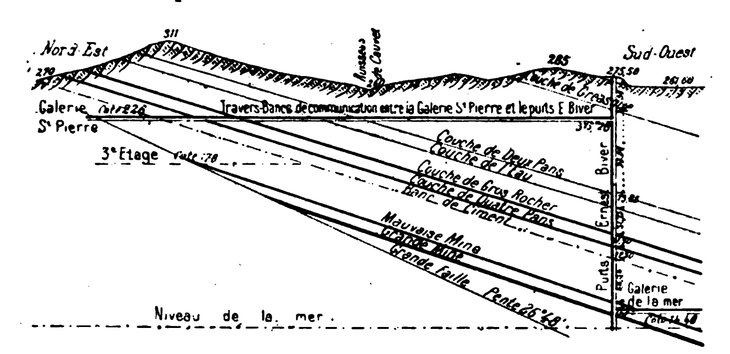



Fig. 2. — Coupe transversale suivant l'axe de la Galerie de la mer à son arrivée à Gardanne.

caractères hydrologiques du bassin de Fuveau; toutefois, il nous est impossible de les passer complètement sous silence, et nous nous voyons obligé d'en dire quelques mots pour faire mieux comprendre le but qu'on s'est proposé d'atteindre en entreprenant ce grand travail du percement de la galerie de la mer.

On pourrait croire que l'exploitation du bassin de Fuveau devrait être d'une facilité toute spéciale, par suite de la grande régularité des couches, leur épaisseur moyenne, etc.; il n'en est rien pourtant, et cela à cause des questions d'exhaure qui rendent le travail extrêmement difficile.

grossièrement elliptique égueulé vers l'ouest, à l'extrémité de son grand axe, et rempli de dépôts alternativement perméables et imperméables.

» D'après cela, il semblerait que le régime aquifère que l'on rencontrera sera celui des *niveaux du nord*.

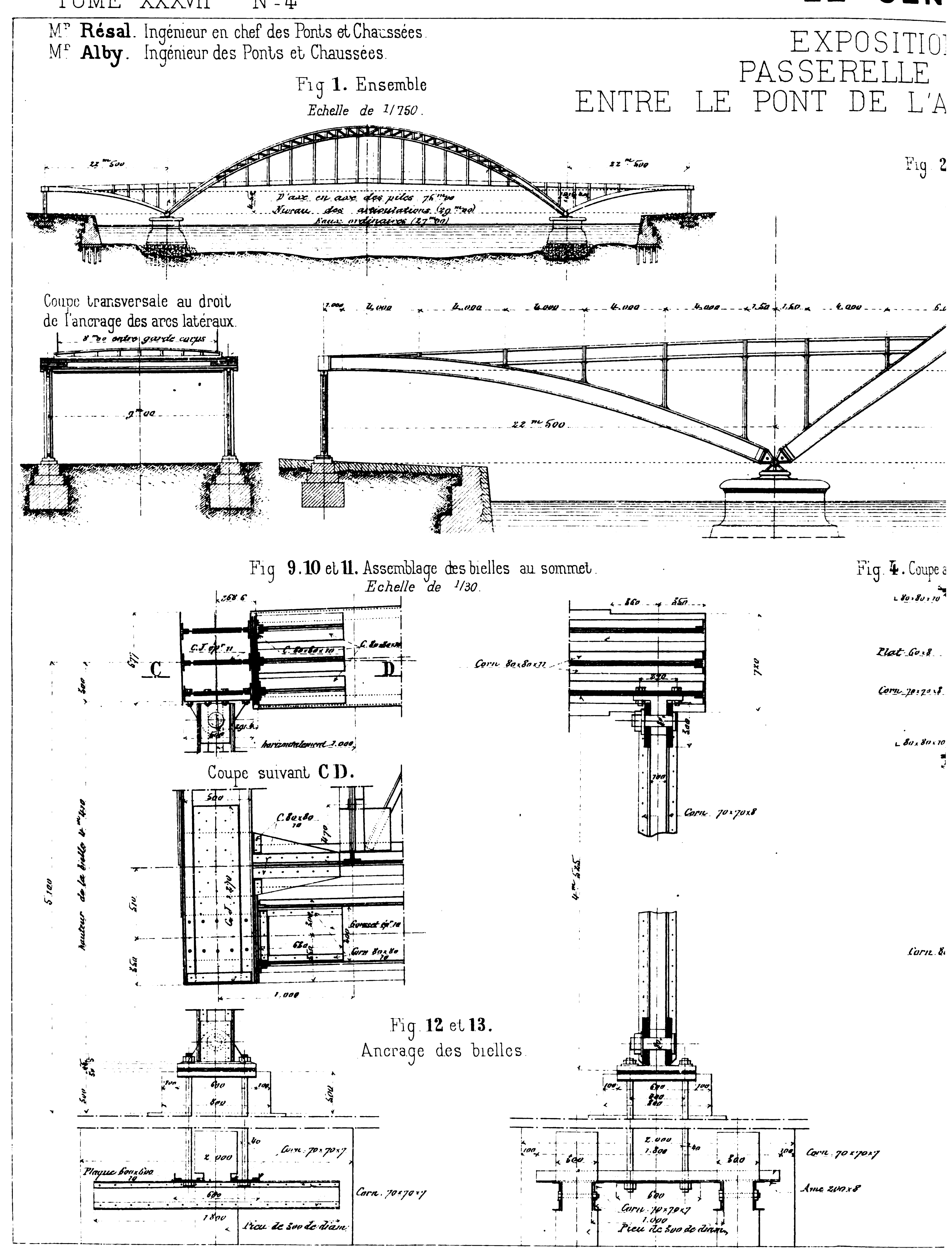
» Pénétrant par les affleurements des couches perméables, les eaux devraient y former des nappes plus ou moins horizontales, ayant entre elles une certaine indépendance, les saisons pluvieuses, en pareil cas, correspondant à un travail plus considérable des moyens d'exhaustion, mais ne compromettant jamais tout ou partie des travaux. Si considérables que soient, en effet, les quantités d'eau tombées, elles ont, pour arriver au fond des travaux, un assez long trajet souterrain à parcourir, et les masses souterraines dans lesquelles elles se déversent, en cheminant horizontalement, sont comme un réservoir commun dans lequel viennent s'atténuer les fortes crues provenant des actions souterraines. »

Malheureusement, comme le fait observer M. Villot, il est bien loin d'en être ainsi et cela pour deux raisons.

La première est que les terrains calcaires dans lesquels se trouvent les couches de lignite, bien qu'imperméables en petit, sont au contraire très perméables en grand, par suite de nombreux fendillements que l'on rencontre continuellement dans les bancs.

La deuxième cause, de beaucoup la plus importante, est le nombre de cassures relativement considérable qui se trouvent dans ces terrains. Celles-ci, qui suivant leur importance prennent, dans le pays, les noms de « failles, moulières ou partens », facilitent beaucoup l'infiltration rapide des eaux. Il faut toutefois faire observer que toutes les failles ne jouent pas ce rôle de canalisation souterraine; certaines, au contraire, à remplissage compact et épais, constituent souvent de parfaits barrages.

Il résulte de toutes ces considérations que, lors des saisons pluvieuses, les travaux sont très rapidement envahis par les eaux,


Mr Résal. Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
Mr Alby. Ingénieur des Ponts et Chaussées.
EXPOSITIO
PASSERELLE
ENTRE LE PONT DE L'A
Fig 1. Ensemble
Echelle de 1/750.
Fig 2
Coupe transversale au droit de l'ancrage des arcs latéraux.
Fig 9.10 et 11. Assemblage des bielles au sommet.
Echelle de 1/30.
Fig. 4. Coupe a
Coupe suivant CD.
Fig. 12 et 13. Ancrage des bielles.

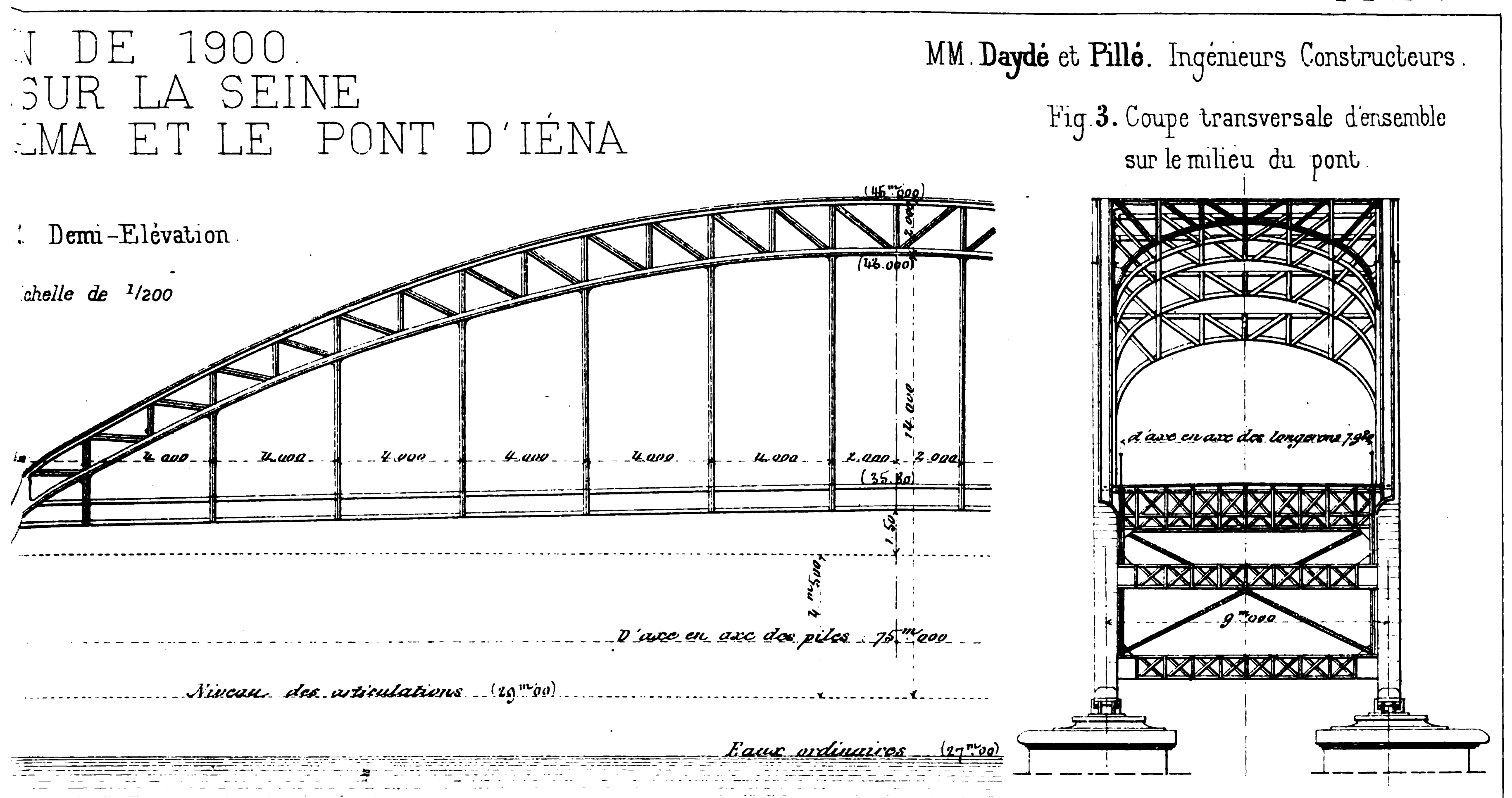
N DE 1900
SUR LA SEINE
LMA ET LE PONT D'IÉNA

MM. **Daydé** et **Pillé**. Ingénieurs Constructeurs.

Fig. **3**. Coupe transversale d'ensemble sur le milieu du pont.

. Demi-Élévation.

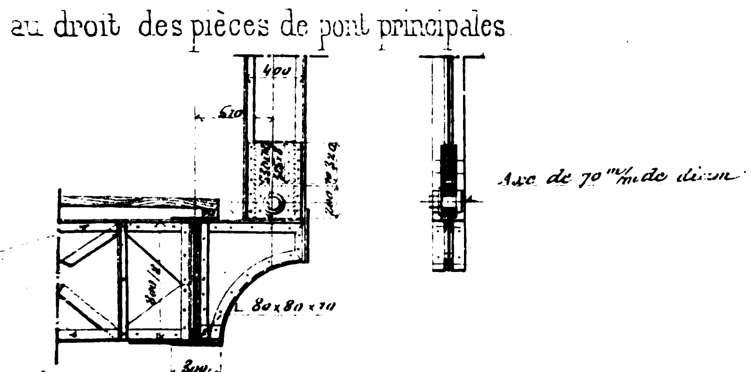
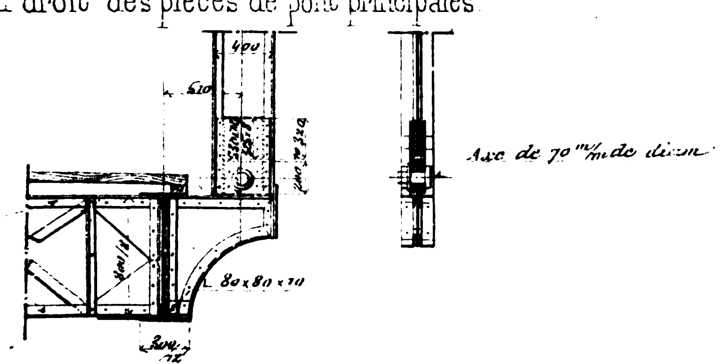
chelle de 1/200




sommet de l'arc central.

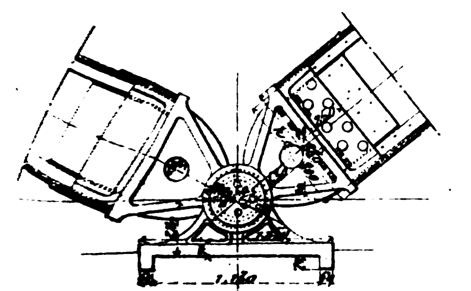
Fig. **5**. Section de l'arc latéral.

Fig. **7** et **8**. Détails des suspensions au droit des pièces de pont principales.


. **14** et **15**. Details des articulations. *(Echelle de 1/50)*

Élévation.



Vue de profil (l'arc latéral enlevé)

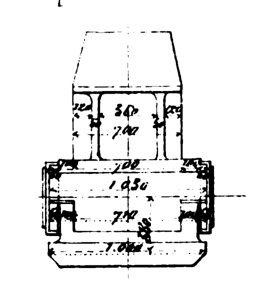
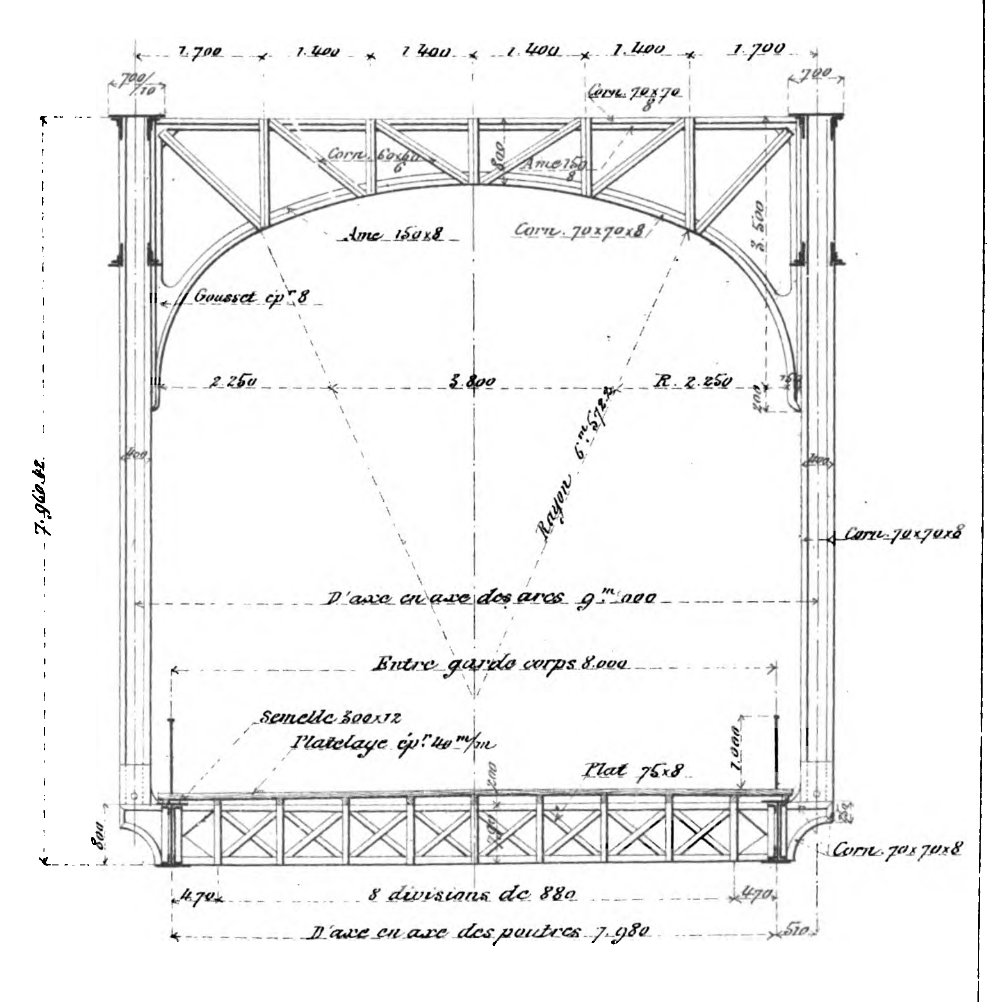


Fig. **6**.

Coupe transversale au milieu du pont.

*Echelle de 1/100.*




Auto-Imp. L. Braun. 58, rue Rochechouart. Paris

souvent dans l'espace de 24 heures et même moins, car les eaux, au lieu d'arriver lentement, par cheminement horizontal, depuis les affleurements perméables, pénètrent brusquement par les fissures.

Si donc de grandes pluies viennent à se produire, les travaux inférieurs aux galeries d'écoulement se trouvent fatalement noyés, la surface souterraine des eaux s'élevant subitement. Cette surface est celle des cours d'eau souterrains occupant dans le fuvélien les parties profondes de la vallée de l'Arc.

Mais, en outre, on a remarqué dans l'exploitation de Gréasque-Fuveau que, même lors des temps de sécheresses, les galeries profondes étaient assez fréquemment sujettes à de fortes venues d'eau nécessitant la mise en marche des machines d'épuisement, alors que les faibles pluies tombées à ces époques auraient dû être très facilement absorbées par le sol. Il y a donc lieu de croire que les travaux d'exploitation sont en communication avec une nappe d'eau souterraine très considérable qui, suivant la plus ou moins grande perméabilité des terrains traversés par les travaux, trouve un écoulement plus ou moins facile vers ceux-ci.

Étant donné cet état de choses, il était de toute nécessité, et cela tout particulièrement dans les exploitations dont les chantiers avaient atteint une certaine profondeur, de parer à ces grandes venues d'eau par tous les moyens possibles. Anciennement, en effet, on se contentait d'attendre que le régime des pluies fût terminé pour reprendre les travaux d'extraction. Les chantiers étaient moins profonds et sensiblement au-dessus du niveau des basses eaux; on pouvait donc, pendant une certaine partie de l'année, exploiter les niveaux supérieurs. Mais ces conditions n'étaient rien moins que favorables, car, outre qu'elles ne permettaient pas l'exploitation des niveaux inférieurs, celle-ci ne pouvait se poursuivre un peu régulièrement qu'à de certaines époques. On dut donc se décider à lutter énergiquement contre l'inondation périodique des exploitations. On se servit d'abord des barrages, isolant autant que possible les chantiers des zones très perméables et aquifères, puis on construisit une série de galeries d'écoulement, destinées à faire évacuer les eaux à des niveaux inférieurs en dehors des travaux. Ces galeries furent au nombre de cinq dans les diverses concessions.

La première, déjà très ancienne, fut commencée en 1814 par la Société P. Armand et Cie; elle avait 750 mètres de longueur et son orifice se trouvait à la cote 273 mètres.

Puis, successivement, on construisit la galerie de Valdonne, de 1 880 mètres de longueur, aboutissant à la cote 252m 74 du puits Léonie; la galerie de Fuveau, de 3 000 mètres de longueur, à la cote 230m 12; la galerie Saint-Pierre-de-Gardanne, de 1 190 mètres, à la cote 226 mètres; et enfin la galerie Defarges, de 3 260 mètres de longueur, reliée au puits Sainte-Marie, de la concession de Trets, et aboutissant à la cote 214 mètres. Cette dernière galerie rend encore, à l'heure actuelle, de très grands services dans la concession de Trets, où les travaux en profondeur sont encore beaucoup moins avancés.

Dans la section de Gardanne, au contraire, les travaux gagnant en profondeur, les galeries d'écoulement ne furent bientôt plus suffisantes, et il fallut, pour les rendre réellement utiles, installer de puissantes machines d'exhaure qui pompaient l'eau jusqu'à leurs niveaux. Tandis qu'en 1856 la Société Lhuillier, plus tard Société des Charbonnages, ne possédait qu'une seule machine d'épuisement de 375 chevaux, elle utilise, dans ces derniers temps, dans la seule division Castellane, plus de 1 000 chevaux de force pour l'exhaure. Cet énorme accroissement de la force nécessaire aux travaux d'exhaure n'a rien d'extraordinaire si l'on pense qu'en 1878, pour chaque tonne de combustible extraite, la Société des Charbonnages n'avait à tirer que 6m³ 301 d'eau, alors qu'en 1887 la masse d'eau à extraire, pour une tonne de combustible récupérée, atteignait le chiffre énorme de 76m³ 434. Il en est résulté que, de 1880 à 1888, les frais d'épuisement ont atteint le chiffre très considérable de 3 849 444 francs, tandis que les bénéfices nets, durant ce laps de temps, ne dépassaient guère 1 200 000 francs.

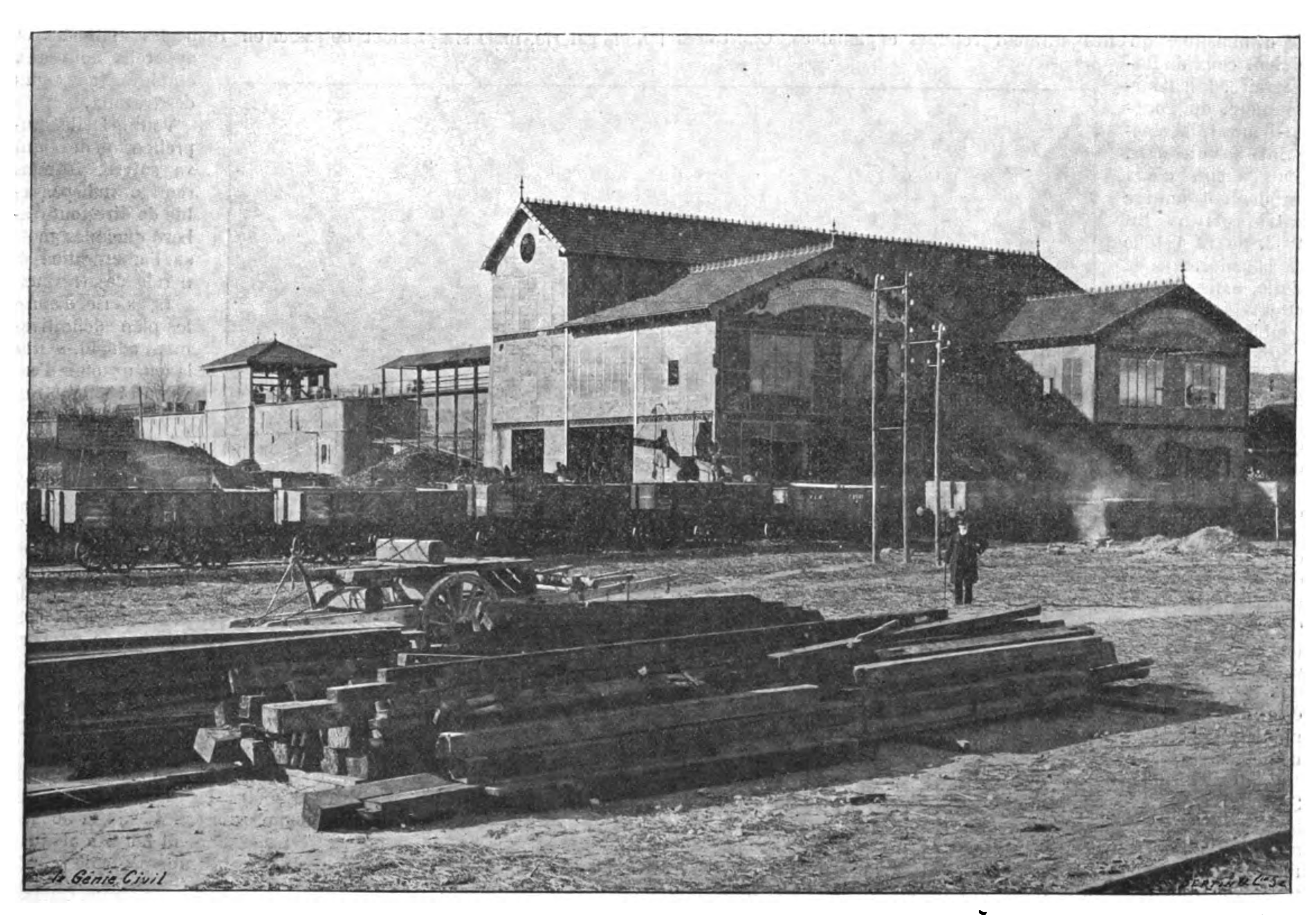



FIG. 3. — MINES DE LIGNITE DE GARDANNE : Vue générale des ateliers de criblage.

Malgré tous les sacrifices qu'on s'imposait, la situation devenait de plus en plus critique. Les chantiers durent peu à peu être séparés par des lignes complètes de barrages protecteurs, isolant et abandonnant complètement des sections entières des exploitations, dans lesquelles les venues d'eau devenaient trop considérables pour être combattues avec succès par les pompes. C'est ainsi qu'en 1887 on installa une série de barrages faisant abandonner complètement les travaux, au niveau Castellane, sur plus de 4 000 mètres en direction et 1 000 mètres en largeur suivant la pente de la Grande-Mine. Néanmoins les risques d'envahissement des travaux par les eaux n'en restaient pas moins à redouter. En effet, en 1896, à la suite de temps pluvieux, la galerie de Fuveau ne suffisant plus à l'écoulement des eaux, plus de 2 000 mètres cubes de celles-ci firent irruption dans la mine.

Malgré tout ce qui avait été fait, les dépenses d'épuisement ne diminuèrent pas et, dans la seule division Castellane-Gréasque, elles attei-

gnirent en dix ans, de 1889 à 1898, la somme de 1 627 500 francs. Il devenait donc de la plus haute nécessité, si l'on voulait continuer à exploiter d'une façon régulière le bassin de Fuveau, d'employer un moyen énergique pour remédier à cet état de choses tout à fait anormal. Ce moyen radical, MM. Villot et Biver l'avaient indiqué depuis longtemps en disant qu'il était urgent d'entreprendre le percement d'une grande galerie d'écoulement allant à la mer. Les raisons qu'ils donnaient méritent d'être rappelées ici.

1° Rendre à l'exploitation les masses énormes de combustible situées derrière les barrages ;

2° Assurer pour l'avenir la pleine sécurité des travaux ;

3° Permettre d'exploiter à sec, dans les seules concessions de la Société des Charbonnages, plus de 34 millions de tonnes de lignite et, dans des conditions d'épuisement moins onéreuses, 60 millions de tonnes.

L'idée d'une grande galerie d'écoulement avait été mise à l'étude par la Société des Charbonnages depuis de longues années. Déjà, en 1859, M. l'Ingénieur Grand avait été chargé d'étudier les projets de différents tracés permettant d'assécher une importante partie des exploitations. Nous avons figuré sur le plan (fig. 1) ces tracés, avec les longueurs respectives des galeries et les quantités approximatives de combustible qu'elles auraient rendues exploitables. Ces tracés étaient ceux de Roquevaire, de la Bourdonnière, du Pont-de-Bouc et d'Arenc-Saint-Savournin, mais aucun d'eux ne donnait entière satisfaction. En 1893, on fit l'étude de la galerie de la Malle, mais pour ce projet les résultats semblèrent très douteux et il fut rejeté sur le conseil de M. Villot. Ce dernier, dans l'étude qu'il fit à ce sujet, concluait, non pas à l'établissement d'une galerie unique, mais bien à la construction d'une double galerie, dont l'une devait servir de voie de roulage pour la sortie du combustible, alors que l'autre devait être exclusivement réservée à l'écoulement des eaux.

Fig. 4. — Puits Ernest Biver, situé à l'extrémité de la Galerie de la mer.

Enfin en 1878, la Société des Charbonnages adressait au ministre des Travaux publics un avant-projet de la galerie, comprenant deux tracés, dont l'un aboutissait à la Madrague, l'autre à Saint-André. Le projet de la Madrague fut définitivement adopté et, le 21 mars 1889, après de longues formalités administratives, la Société était officiellement informée que, par décret du 28 février, le projet était déclaré d'utilité publique.

Il nous paraît utile de citer ici quelques paragraphes du cahier des charges concernant le tracé, la description, etc., des ouvrages ; cela nous évitera d'y revenir dans la suite.

« **Cahier des charges.** — Article premier : *Tracé et description des ouvrages.* — Les ouvrages qui font l'objet du présent cahier des charges comprennent :

» 1° Une galerie souterraine partant de la concession des mines de lignite de Gardanne et aboutissant à un point situé dans le terrain appartenant à la Société des Charbonnages des Bouches-du-Rhône, au nord-est du cap Pinède, près de l'anse de la Madrague, commune de Marseille ;

» 2° Une conduite d'écoulement, partant de l'orifice de la galerie souterraine et aboutissant à la mer dans l'anse de la Madrague au nord du cap Pinède ;

» 3° Une voie ferrée établie dans la galerie souterraine et se prolongeant à ciel ouvert jusqu'aux lieux de chargement et d'embarquement des charbons ;

» 4° Au débouché de la galerie, les installations annexes nécessaires pour les travaux de percement et pour la réception, la manipulation, la transformation et la vente des produits de l'exploitation.

» Le tracé de la galerie et de la conduite d'écoulement sera conforme à la direction générale indiquée sur le plan d'ensemble présenté, à la date du 19 octobre 1880, par la Société des Charbonnages des Bouches-du-Rhône.

» Les prolongements de la voie ferrée et les installations annexes seront établis dans la partie des terrains conquis sur la mer dans l'anse de la Madrague, au nord du cap Pinède, qui sera limitée, conformément aux indications du plan, en date du 25 novembre 1887, annexé au décret, à l'ouest par le chemin du littoral, au sud-ouest par une ligne droite passant à 100 mètres en arrière de l'alignement prolongé de l'arête du quai de rive du bassin National, au sud et à l'est par l'ancienne limite du rivage, et au nord par l'avenue Mouren. Les terrains ainsi délimités ne comprendront aucune parcelle du terrain militaire actuel de la batterie du cap Pinède. »

Le cahier des charges ne comprend pas moins de 15 articles. Nous n'insisterons pas sur tous ces points ; nous ferons toutefois remarquer que le délai d'exécution a été fixé à 20 ans.

Notre but, après avoir indiqué, le plus sommairement possible, les grandes lignes du projet et les causes qui l'ont fait naître, n'est pas de décrire en détail toute la suite des opérations du percement de la galerie, mais simplement de passer en revue les méthodes et appareils nouveaux employés au cours des travaux.

Pour la facile compréhension de ce qui va suivre, il nous semble indispensable de dire tout d'abord quelques mots sur l'organisation générale des travaux.

La galerie, d'après le plan définitivement adopté, a une longueur totale d'environ 14 859 mètres. L'ensemble du projet comporte deux galeries superposées, dont l'une doit servir au roulage, alors que l'autre est destinée à l'écoulement des eaux. La galerie inférieure part de la Madrague à la cote $1^m10$. Sur un parcours de 3 100 mètres, sa pente est de $^5/_{10}$ de millimètre par mètre ; à partir de ce point et jusqu'à son extrémité, la pente est portée à 1 millimètre par mètre. La galerie supérieure, destinée au roulage, part de la Madrague, à la cote $12^m50$, et aboutit à Gardanne, à la cote 18. Cette voie est sensiblement horizontale jusqu'au point 3,100 et possède, à partir de ce point, une pente de $^5/_{10}$ de millimètre par mètre, qui reste la même jusqu'à Gardanne.

L'Administration des mines, prévoyant au contact du terrain tertiaire et de l'infracrétacé, c'est-à-dire vers le kilomètre 3,100, de grandes venues d'eau dans les travaux, avait prescrit, par mesure de prudence, le fonçage d'un puits en avant de ce point. Cet ouvrage, appelé puits Saint-Joseph, fut foncé au kilomètre 2,537 et fut terminé en janvier 1892, ayant atteint une profondeur de 88 mètres.

Il y avait un autre point très délicat à résoudre, c'était l'aération de ce tunnel de grande longueur ; aussi se décida-t-on à creuser, à l'extrémité du côté de Gardanne, un deuxième puits, le puits E. Biver (fig. 4), qui fut terminé vers novembre 1893, à la profondeur de 275 mètres, et qui facilita, dans une large mesure, l'exécution des travaux.

Enfin, disons tout de suite que, pour rendre encore les problèmes d'aérage moins difficiles, on entreprit le fonçage d'un troisième puits, le puits de la Mure, de 330 mètres de profondeur, situé au kilomètre 6,635.

Dans un prochain article, nous décrirons les divers travaux exécutés pour la construction de la galerie inférieure.

H. Schmerber,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

*(A suivre.)*

## NÉCROLOGIE

### Ernest CHABRIER

Le *Génie Civil* vient d'éprouver une perte bien cruelle en la personne de son vénérable Président, M. Ernest Chabrier, décédé à Paris, lundi dernier, dans sa soixante-seizième année. M. Chabrier avait pris une part des plus actives à la fondation de notre Revue, dont il était administrateur depuis l'origine, et ses collaborateurs n'oublieront jamais le zèle et le dévouement qu'il n'a cessé de déployer, durant vingt années, pour assurer la prospérité de cette œuvre qui demeura toujours l'objet de ses plus incessantes préoccupations.

Né à l'Ile de la Réunion, le 22 décembre 1824, M. Chabrier était entré à l'École Centrale des Arts et Manufactures d'où il sortit en 1847. Il fut tout d'abord, pendant plusieurs années, le collaborateur d'Eugène Flachat comme Ingénieur de la voie au Chemin de fer de Saint-Germain, et, plus tard, au Réseau de l'Ouest, après la fusion. Entre autres situations, il occupa ensuite celle de Directeur de la Compagnie des asphaltes, et enfin, celle d'Administrateur délégué à la Compagnie générale Transatlantique.

Doué d'un grand esprit d'initiative et d'une infatigable activité, M. Chabrier, au cours de sa longue et brillante carrière, aborda avec ardeur l'étude de nombreuses questions. Très compétent en matière de chemins de fer, il se consacra plus particulièrement aux chemins de fer à *voie étroite* dont il fut l'un des principaux promoteurs et au développement desquels il prit une large part. Tout ce qui touchait aux intérêts de la marine marchande, de la navigation, des ports de commerce ou de l'agriculture sollicitait également son attention ; il se passionna aussi, dans ces dernières années, pour les questions coloniales dont il était devenu l'apôtre convaincu.

M. Chabrier était Vice-Président du Comité consultatif de l'agriculture, du commerce et de l'industrie des Colonies, membre de la Commission supérieure des Expositions, officier de la Légion d'honneur, etc.



Ernest CHABRIER (1824-1900)
PRÉSIDENT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DU *Génie Civil*

Les obsèques de M. Chabrier ont été célébrées à Paris le mercredi 23 courant, en l'église Saint-Augustin, au milieu d'une affluence considérable. L'inhumation a ensuite eu lieu au cimetière du Père-Lachaise où de nombreux discours ont été prononcés.

M. Cloquemin, Vice-Président du Conseil d'administration de la Compagnie générale Transatlantique, a pris le premier la parole pour rendre un dernier hommage à l'excellent et dévoué collègue qui remplissait à ses côtés, depuis vingt-cinq ans, les importantes fonctions d'Administrateur délégué.

M. Canet, président de la Société des Ingénieurs civils de France, est ensuite venu dire un suprême adieu à l'un des plus dévoués fondateurs de cette Société :

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Lorsqu'au commencement de l'année 1848, un certain nombre d'anciens Élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures décidèrent de créer une Société d'Ingénieurs civils, Chabrier, qui venait de quitter l'École, répondit immédiatement à l'appel de ses anciens. Il assista donc à l'éclosion de notre Société, prit une part active à ses premiers travaux et contribua à son essor rapide, car il se rendit compte, dès le début, de la grandeur de l'œuvre à édifier.

Il n'hésita pas à faire profiter tous ses collègues des études qu'il entreprenait dans l'industrie naissante des chemins de fer dont il fut un des premiers Ingénieurs. Il fit de nombreuses communications à notre Société sur les perfectionnements à apporter aux signaux, sur les transports, sur les chemins de fer coloniaux, sur ceux à voie étroite et économiques et, en général, sur tous les travaux dont il s'était fait une spécialité dès sa sortie de l'École.

Nommé membre du Comité de la Société en 1872, il y siégea sans interruption jusqu'en 1879, faisant apprécier, pendant ces huit années, ses qualités remarquables d'administrateur qui lui avaient valu les hautes fonctions qu'il occupa si brillamment à la Compagnie générale Transatlantique.

Toujours il s'intéressa aux questions traitées dans nos réunions. Il contribua récemment pour une large part à la création, au sein de notre Société, de la Commission des Études coloniales ; car, enfant des Colonies, il se passionnait pour tout ce qui touchait à nos possessions d'outre-mer, à leur développement, à leur mise en valeur et à leurs relations avec les industries de la métropole.

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Puis, M. Balsan, député, président de l'Association amicale des anciens Élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures, a pris la parole au nom de cette Association dont M. Chabrier avait également été l'un des premiers fondateurs et dont il avait été nommé Président en 1878-1879. Après avoir rappelé combien M. Chabrier était resté jusqu'à son dernier jour l'ami le plus dévoué et l'ardent protecteur de l'Association, l'orateur a ajouté :

Sa vie restera pour nous un exemple dont nous avons droit d'être fiers.

Par la variété des fonctions qu'il a magistralement occupées, il a donné un des plus beaux témoignages des qualités que procure le système spécial d'enseignement et d'éducation de l'École Centrale.

Dans les travaux d'un chemin de fer, dans la direction de transports maritimes, dans les questions les plus variées, partout la souplesse de son intelligence, sa fermeté, ses manières aimables, cordiales, affables, lui ont facilité l'exercice de l'autorité et conquis tout d'abord l'affection de tous.

Il a été l'homme aimable, l'ingénieur habile et, partout et toujours, le modèle des bons camarades.

Chabrier a été Président de notre Association en 1877. Il est resté le conseil et l'appui de ceux qui lui ont succédé.

. . . . . . . . . . . .

M. Roger, président du Groupe de Paris des anciens Élèves de l'École Centrale, est venu à son tour rendre un suprême hommage à celui qui fut le fondateur de cette importante réunion :

. . . . . . . . . . . .

D'un esprit généreux et élevé, d'un caractère aimable et sympathique, d'un cœur véritablement bon, Chabrier avait toujours rêvé de faciliter aux jeunes gens sortant de notre École les débuts de leur carrière individuelle.

Il voulait que les aînés, que ceux qui ont leur situation acquise, pussent donner facilement à leurs jeunes camarades leur aide et leur appui, leurs encouragements et leurs conseils.

C'est cette pensée délicate de solidarité et d'union qu'il a réalisée en fondant, il y a plus de vingt ans, le Groupe de Paris où, sur un terrain amical, se retrouvent tous les anciens Élèves de l'École Centrale unis dans un même sentiment de camaraderie.

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

M. A. Loreau, Vice-Président du Conseil d'administration du *Génie Civil*, a ensuite adressé, dans une éloquente improvisation, un dernier adieu à notre regretté Président :

Mon cher Chabrier, je viens à mon tour, comme l'un de vos Vice-Présidents au Conseil d'administration du *Génie Civil*, vous apporter, au nom de tous ces collaborateurs dont vous saviez si vite faire des amis, le témoignage de notre sincère reconnaissance et de notre profonde douleur.

Parmi les œuvres auxquelles dans votre vaste et brillante carrière vous avez apporté le concours de votre personnalité si vivante, toute empreinte d'ardeur intelligente, de dévouement et de cordialité, vous avez toujours

eu pour le *Génie Civil* une prédilection spéciale, bien justifiée, car cette œuvre était bien vôtre.

En 1880, il y a vingt ans déjà, avec notre vénéré maître Émile Muller, vous avez été l'un des fondateurs du *Génie Civil*; puis, sans interruption pendant ces vingt années, vous avez fait partie du Conseil, et lorsque, appelé à la présidence par une sympathie unanime, vous constatiez que des succès toujours croissants justifiaient vos prévisions et couronnaient vos efforts, vous aimiez, et c'était justice, à traduire votre réelle joie, votre légitime orgueil.

Oui, vos prévisions, — car vous aviez deviné, il y a presque un quart de siècle, la place toujours plus grande que l'étude des applications des découvertes de la science prendrait rapidement dans les préoccupations de notre vie moderne, avide de tout progrès, entraînée vers tout ce qui peut être un appoint nouveau à l'accroissement du bien-être social.

Oui, vos efforts, — car pénétré du poste élevé que devait prendre dans la presse périodique l'organe qui serait l'interprète de vos vues si justes, vous avez su réussir à maintenir solidement groupé le faisceau des individualités éminentes, d'origines et d'écoles diverses, représentants de la science pure et de l'industrie, composant ce Comité supérieur de Rédaction au milieu duquel vous aimiez tant à vous retrouver.

Là, sans oublier que dès votre jeune âge, collaborateur de Flachat, les questions relatives aux voies ferrées et à la navigation avaient été l'objet de vos constantes études; sans cesser d'être le colonial convaincu, entraînant, que nous connaissions tous; là, votre esprit toujours en éveil, savait sur toute donnée, sur toute création nouvelle, provoquer une agréable causerie, bien vite élargie par vos soins en une discussion instructive et approfondie.

A cette œuvre du *Génie Civil*, vous vous êtes donné jusqu'à votre dernière heure.

Déjà souffrant, vous veniez quand même, avec votre ponctualité d'usage, occuper au milieu de nous le fauteuil présidentiel, et, si au début de nos séances, quelque fatigue avouée par vous-même, apparaissait sur vos traits, vous sembliez, au contraire, en nous quittant, avoir retrouvé une force, une jeunesse nouvelles à l'étude de ces questions qui vous passionnaient tant.

C'est ce souvenir de l'homme aimable, dans la plénitude de sa puissance intellectuelle et de sa bonté, qui restera ineffaçable au milieu de nous, mon cher Chabrier, et votre bienfaisante influence s'étendra bien au delà du tombeau.

Mais ce rappel du passé ne saurait hélas! combler le vide cruel et profond que votre départ laisse au milieu de nous, ni calmer la douleur dont je suis ici l'interprète désolé, au nom de tous vos collaborateurs comme au nom d'une vieille et bien sincère amitié.

Enfin M. Garsault, délégué de l'Ile de la Réunion à l'Exposition de 1900, a pris la parole au nom des Chambres de Commerce et d'Agriculture de cette Colonie, dont M. Chabrier lui-même était membre délégué et dont il avait été nommé Commissaire à l'Exposition.

Ch. TALANSIER.

## VARIÉTÉS

### Le noir d'acétylène et ses dérivés.

On sait que l'acétylène est le plus riche en carbone de tous les hydrocarbures : il en renferme 92,3 %.

M. Hubou, Ingénieur civil des Mines, a eu l'idée d'employer ce gaz à la production d'un nouveau noir commercial qu'il a désigné du nom de *noir d'acétylène* pour le différencier des autres noirs légers déjà connus; et dans le but de le produire aussi économiquement que possible, il a imaginé d'utiliser les déchets et résidus des carbures alcalino-terreux.

La fabrication du carbure de calcium comporte, en effet, d'assez nombreux déchets, qu'elle se fasse au four continu ou au four intermittent. Avec le four continu, on peut obtenir des coulées de carbure dont le rendement est inférieur à 265 litres d'acétylène par kilogramme, limite au-dessous de laquelle l'Union allemande de l'acétylène vient de décider que le carbure pourra être refusé. Au four intermittent, le bloc de carbure est recouvert d'une couche de scories contenant encore, avec de la chaux et du coke, une proportion de carbure assez notable : on réemploie, il est vrai, dans les charges ultérieures des fours, ces scories, avec les portions du mélange non converties; mais on perd ainsi le prix du travail qu'a nécessité la formation du carbure qu'elles contiennent.

En outre, quel que soit le mode de fabrication, le carbure de calcium doit ensuite toujours être livré en morceaux de la grosseur du poing ou d'une noisette et, pour cela, être soumis à des concassages et broyages qui donnent lieu à de nombreux fragments et à des poussières.

Il y a donc en fait, dans les usines, une quantité notable de carbure dont la fabrication a coûté une dépense inutile. La livrer avec le carbure à rendement normal, c'est diminuer la qualité du carbure au préjudice des consommateurs. Pour une installation d'éclairage de 100 becs brûlant 3 000 heures par an, à raison de 20 litres à l'heure, on emploie 20 tonnes de bon carbure rendant 300 litres au kilogramme et 23 tonnes d'un autre, mêlé de déchets, ne rendant que 260 litres. Cette différence de 3 tonnes correspond, pour le consommateur, à une perte sèche de 1 200 à 1 500 francs par an.

Le problème de l'utilisation des résidus d'usine vient donc se poser dans l'industrie du carbure de calcium, comme il s'est posé dans toutes les grandes industries.

En repassant ces déchets au four électrique, comme on le fait ordinairement, on est conduit à une nouvelle dépense d'énergie.

M. Hubou transforme ces déchets et poussiers, de valeur à peu près nulle, en un produit d'une réelle valeur commerciale. Il extrait du carbure tout le carbone qu'il contient et il en obtient le noir commercial qu'il appelle *noir d'acétylène*.

Le noir d'acétylène peut se produire au moyen de la flamme fuligineuse d'un bec à acétylène; mais ce noir, tout en étant plus riche en carbone que les autres noirs légers, présente les mêmes inconvénients. De plus, le rendement est inférieur à 30 %.

M. Hubou obtient *sans pertes* le rendement total de l'acétylène en noir, en profitant de la propriété caractéristique de ce gaz d'être *endothermique* et facilement explosif à une pression supérieure à 2 atmosphères.

Voici le principe de son procédé :

Il comprime l'acétylène à l'abri de l'air, sous une pression peu élevée, dans un récipient de résistance appropriée. Pour cela, il chasse d'abord l'air par un courant d'hydrogène obtenu dans une réaction précédente et il introduit ensuite, après élimination de l'air, l'acétylène à une pression inférieure à 5 atmosphères. Cette addition d'hydrogène à l'acétylène, en outre qu'elle permet d'enlever toute trace d'air, a pour effet de rendre l'explosion moins violente que celle de l'acétylène seul. En fait, la pression au moment de la décomposition ne dépasse pas 25 atmosphères. Cette décomposition est obtenue par un courant électrique portant un fil métallique à l'incandescence. Il en résulte la formation :

1° De carbone amorphe ou noir d'acétylène, qui se dépose en masse dans le récipient et le remplit complètement;

2° D'hydrogène dont le volume est égal à celui de l'acétylène introduit.

M. Hubou obtient, pour 1 mètre cube d'acétylène, 1 kilogr. de noir et 1 mètre cube d'hydrogène. Pour réaliser industriellement cette fabrication, il fait construire un appareil qui permettra de produire de 400 à 500 kilogr. de noir d'acétylène par jour.

Le noir d'acétylène ainsi obtenu ne renferme pas moins de 99,8 % de carbone pur; il est de composition constante, sec, franchement noir, avec une teinte légèrement bleutée; sa ténuité est extrême et il se mélange en toute proportion et sans dépôt aux huiles, aux gommes, aux essences, etc. Par sa production à l'abri de l'air et *sans oxydation*, il s'obtient *sans pertes* et le rendement est ainsi quatre fois plus grand qu'avec le meilleur gaz d'huile.

Ce noir s'applique avec le plus grand succès à tous les emplois des noirs légers de bonne qualité dont les principaux sont : les encres typographiques et lithographiques, la gravure et la photogravure, les vernis et les laques, les cuirs vernis et cirés, les cirages de luxe, les papiers peints, la photographie au charbon, les couleurs, les impressions sur tissus.

Cette fabrication doit être solidaire de l'usine de carbure et lui être annexée pour éviter des transports inutiles de carbure et utiliser sur place les résidus et les déchets. Elle pourra s'appliquer à la production des autres carbures alcalino-terreux qui n'ont encore reçu aucune application industrielle, notamment au carbure de baryum qui, ainsi que l'a montré M. Moissan, donne aussi, par sa réaction avec l'eau, de l'acétylène pur et de la baryte dont la valeur commerciale est très grande.

Enfin, le procédé de M. Hubou donne d'autres sous-produits, notamment l'hydrogène, qui, ne coûtant presque rien par suite de la vente du noir d'acétylène, peut être livré à un prix bien inférieur à celui qu'on obtient par les procédés même les plus récents. Pour que les applications si nombreuses de ce gaz puissent prendre tout le développement qu'elles comportent, il faut qu'il soit vendu à bas prix; ce procédé où l'hydrogène est un sous-produit donne une solution simple du problème.

Pour ces diverses raisons, la fabrication du noir d'acétylène et de ses dérivés semble destinée à prendre, dans un avenir prochain, un assez grand développement industriel, et elle paraît appelée à suivre les progrès de l'industrie des carbures alcalino-terreux, de même que l'industrie si florissante des noirs de pétrole a suivi celle des pétroles d'Amérique [1].

[1] On trouvera de nombreux renseignements complémentaires sur la fabrication du noir d'acétylène, ses qualités et son prix de revient, dans la communication faite par M. Hubou à la Société des Ingénieurs Civils, le 17 courant.



## EXPOSITION DE 1900

### LE JURY DES RÉCOMPENSES

**Liste des membres français du Jury.**

*(Suite et fin [1]).*

GROUPE VII. — **Agriculture.**

**Classe 35.** — *Matériel et procédés des exploitations rurales.* — MM. Bajac (Antoine), machines agricoles; - Bénard (Jules), agriculteur; - Bruel (Eugène), machines et instruments agricoles; - Dumont (Clément), directeur de la distillerie Cusenier; - Gautreau (Th.), ancien président de la Chambre syndicale des constructeurs d'instruments d'agriculture; - Hidien, machines agricoles; - Joulie, administrateur de la Société des produits chimiques agricoles; - Lavalard, administrateur à la Compagnie générale des Omnibus; - Leblanc, membre de l'Académie de médecine. — *Suppléants :* MM. Charruau, président de la Chambre syndicale de la maréchalerie de France; - Hérisson (Albert), professeur à l'Institut Agronomique; - Senet (Adrien), Ingénieur des Arts et Manufactures, vice-président de la Chambre syndicale des constructeurs français de machines et d'instruments d'agriculture et d'horticulture.

**Classe 36.** — *Matériel et procédés de la viticulture.* — MM. Caizergues (A.), appareils viticoles; - Causse (Pierre), viticulteur; - Cazelles, viticulteur; - Couanon, Inspecteur général de la viticulture; - Du Périer de Larsan, député, viticulteur; - Saint-René Taillandier (Henri), viticulteur; - Thénard (le baron), viticulteur; - Viala (Pierre), Inspecteur général de la viticulture. — *Suppléants :* MM. Buhot, viticulteur; - Grellet, viticulteur; - Maldant (Louis), vins; - Plissonnier, Ingénieur-constructeur; - Thuillier (H.), viticulteur.

**Classe 37.** — *Matériel et procédés des industries agricoles.* — MM. Barbier (Paul), appareils pour distilleries et féculeries; - Hignette (Jules), Ingénieur des Arts et Manufactures; appareils de laiteries; - Lindet, Professeur de technologie à l'Institut agronomique; - Randoing, Inspecteur général de l'agriculture; - Ronna, membre du Conseil supérieur de l'agriculture. — *Suppléants :* MM. Maguin (Alfred), constructions mécaniques; - Roullier-Arnoult, aviculteur; — Tétard (S.). aviculteur; - Voitellier (H.), aviculteur.

**Classe 38.** — *Agronomie, Statistique agricole.* — MM. Decker-David, député, Ingénieur agronome; - Dehérain, membre de l'Institut, Professeur au Muséum et à l'École d'agriculture de Grignon; - Deloncle (Ch.), Inspecteur de l'enseignement de la pisciculture; - Grandeau (L.), Professeur d'agriculture au Conservatoire des Arts et Métiers; - Graux (Georges), député, membre du Conseil supérieur de l'agriculture; - Müntz (Achille), membre de l'Institut, Professeur-directeur des laboratoires de chimie à l'Institut agronomique; - Philippe (Léon), directeur de l'hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture; - Terras, ancien président de la Chambre d'agriculture de Tunis. — *Suppléants :* MM. Sagnier, directeur du *Journal de l'agriculture*; - De Sarrauton (J.-B.), président de l'Union des syndicats agricoles de la Sarthe; - Si Djelloul ben El hadji Lakdhar, agha des Larbaa.

**Classe 39.** — *Produits agricoles alimentaires d'origine végétale.* — MM Barbedette, propriétaire; - Béri, huiles d'olive; - Bouchon (Albert), fabrique et raffinerie de sucre; - Brunehant (Louis), agriculteur, président du Comité agricole de Soissons; - Crété (Maurice), propriétaire; - Desmarais (Paul), huiles comestibles d'origine végétale; - Garres (Jules), huiles d'olive; - Giraud, propriétaire; - Gonthier (P.), grains, graines et fourrages; - Hélot (Jules), fabrique de sucres; - Hirsch (Alfred), houblons; - Jonnart, ancien ministre des Travaux publics; - Labrierre, président de la Chambre syndicale des grains et fourrages; - Lefèvre, ancien vice-président de la Chambre syndicale des grains, graines, farines et huiles; - Leydet (Victor), sénateur; huiles; - De Martel (le marquis), ancien président de la Société d'agriculture de Pithiviers; - Pourière, représentant de la Société franco-africaine Enfida; - Radot, poterie de bâtiments et de jardins. — *Suppléants :* MM. Delhorbe, secrétaire du Comité de Madagascar; - Priou, viticulteur.

**Classe 40.** — *Produits agricoles alimentaires d'origine animale.* — MM. Birou, directeur de la Société de laiterie des fermiers réunis; - Cabaret (Paul), directeur au Ministère de l'Agriculture; - Christen, farine lactée et lait condensé Nestlé; - Dodé (Victor), mandataire, ancien président de la Chambre syndicale des Halles; - Escuyer (Jacques), directeur de la Compagnie générale des laits purs; - Legludic, sénateur, président de la Société d'encouragement de l'industrie laitière; - Massol (Pierre), directeur de la Société des caves et des producteurs réunis de Roquefort; - Ripert (Claude); - Rouvier (Paul), président de l'Association des laiteries coopératives de l'Ouest. — *Suppléants :* MM. Fabre (Joseph), présure pour la fabrication des fromages; - Gauthier (Pierre), président de la Société d'agriculture du Doubs; - Lepelletier (Th.), fabricant de beurres; - Martin, directeur de l'École nationale de l'industrie laitière; - Roussel (Eugène), négociant.

**Classe 41.** — *Produits agricoles non alimentaires.* — MM. Artus (C.), huiles animales; - Deutsch (de la Meurthe) (Émile), président du Syndicat des huiles de Paris; - Develle (Jules), ancien ministre de l'Agriculture; - Dezaux (Fr.), tissus de coton; - Godet (Jules), tissus de crin; - Heckel (le docteur), directeur du musée colonial de Marseille; - Heim (le docteur), Professeur à la Faculté de Médecine de Paris; - Heuzé (Gustave), Inspecteur général honoraire de l'agriculture; - Milhe-Poutingon, Commissaire du Sénégal à l'Exposition de 1900; - Sarrat, vice-président de la Chambre de commerce de Mazamet; - Si Ahmed ben Bou Aziz ben Gana, agha des Zibans.

**Classe 42.** — *Insectes nuisibles et leurs produits. Insectes nuisibles et végétaux parasitaires.* — MM. Clément, vice-président de la Société centrale d'apiculture et d'insectologie: - Dubois (Félix), Commissaire du Soudan à l'Exposition de 1900; - Fumouze (le docteur Armand); - Henneguy (le docteur), Professeur à l'École d'horticulture de Versailles; - Prillieux, sénateur, Professeur de pathologie végétale à l'Institut national agronomique. — *Suppléants :* M. Coutagne, directeur de la Station séricicole du Rousset; - Mme Fischer, présidente d'honneur de la Société d'apiculture de l'Aisne.

GROUPE VIII. — **Horticulture et Arboriculture** [1].

**Classe 43.** — *Matériel et procédés de l'horticulture et de l'arboriculture.* — MM. André, Architecte paysagiste; - Bergerot, constructeur de serres; - Chatenay (A.), horticulteur; - Chauré, directeur du *Moniteur de l'horticulture*; - Lebeuf (P.), constructeur d'appareils de chauffage; - Sohier (G.), constructeur de serres; - Viger, député. — *Suppléants :* MM. Bornet (le docteur), membre de l'Institut; - Forestier (Jean), conservateur du bois de Boulogne; - Formigé, Architecte des promenades de la ville de Paris; - Quenat, Architecte paysagiste.

**Classe 44.** — *Plantes potagères.* — MM. Couturier; - Delahaye (E.), grainetier; - Hébrard (Laurent); - Niolet (J.-F.); - Rivoire (A.), grainetier; - Vincey, Professeur d'agriculture. — *Suppléants :* MM. Decais-Matifas; - Duvillard, maraîcher-horticulteur.

**Classe 45.** — *Arbres fruitiers et fruits.* — MM. Baltet (Ch.), horticulteur pépiniériste; - Colombier père; - Jamin (F.), pépiniériste; - Leroy (L. A.), pépiniériste; - Loiseau (L.), arboriculteur; - Nanot, directeur de l'École d'horticulture de Versailles; - Opoix, jardinier en chef du Luxembourg; - Rivière, Professeur d'agriculture; - Vitry, horticulteur. — *Suppléants :* MM. Delaville père, Professeur d'horticulture; - Marcel (Cyprien), Architecte paysagiste.

**Classe 46.** — *Arbres, arbustes, plantes et fleurs d'ornement.* — MM. Ausseur-Sertier; - Choiseul (comte Horace de); - Croux (G.), horticulteur pépiniériste; - Joly (Ch.); - Lévêque (L.), horticulteur; - Martinet (H.), Professeur à l'École d'horticulture de Versailles; - Moser (J.), horticulteur pépiniériste; - Sallier, horticulteur; - Vacherot, Jardinier en chef de l'Exposition de 1900. — *Suppléants :* MM. Deny, Architecte paysagiste; - Tavernier.

**Classe 47.** — *Plantes de serre.* — MM. Bergman (E.); - De la Davansaye; - Delavier, horticulteur; - Doin (O.), éditeur d'ouvrages horticoles; - Mantin (G.); - Truffaut (A.), horticulteur. — *Suppléants :* MM. Bleu (A.), horticulteur; - Chantin (A.), horticulteur; - Martin-Cahuzac (R.).

**Classe 48.** — *Graines, semences et plants de l'horticulture et des pépinières.* — MM. Barbier (A.), horticulteur; - Defresne (Honoré), horticulteur; - De Vilmorin (Maurice), horticulteur grainier; - Le Clerc, horticulteur grainier; - Lefebvre (G.), conservateur du bois de Vincennes; - Mussat, Professeur à l'École d'horticulture de Versailles. — *Suppléant :* M. Luquet, Architecte paysagiste.

GROUPE IX. — **Forêts, chasse, pêche, cueillettes.**

**Classe 49.** — *Matériel et procédés des exploitations et des industries forestières.* — MM. Barbier (Léon), bois de sciage et charpente; - Cabart-Danneville, sénateur; - Daubrée (René), Inspecteur des eaux et forêts; - Thézard, sénateur; - Zurlinden (A.), conservateur des eaux et forêts. — *Suppléants :* MM. Millet (Paul), Inspecteur des eaux et forêts; - Schlüssel, Ingénieur des Arts et Manufactures, secrétaire général de la Société nouvelle des établissements Decauville.

**Classe 50.** — *Produits des exploitations et des industries forestières.* — MM. Brun (Lucien), lièges; - Bruyer, directeur de l'entrepôt d'Ivry; - Chapuis (Albert), bois de chauffage; - Chossonnerie, bois des îles et de France; - Daubrée (Lucien), directeur des eaux et forêts au Ministère de l'Agriculture; - Martin (Alexandre), directeur de la Société française de tranchage de bois; - Ouvré, député; - Poupinel, président de la Chambre syndicale des bois de sciage et d'industrie; - Rudolph (E.), bois de sciage; - Voelckel, directeur de la Société d'importation de chêne. — *Suppléants :* MM. Coré, président de la Chambre syndicale du commerce des bois à brûler; - Mougenot, président honoraire de la Chambre syndicale des bois d'ébénisterie.

**Classe 51.** — *Armes de chasse.* — MM. Fauré le Page, armes; - Gastinne-Renette, armes; - Ronchard-Cizeron, canons de fusil; - Verney-Carron aîné (J.), armes. — *Suppléants :* MM. Létrange (A.), articles de chasse; - Riéger (H.), armes de chasse.

**Classe 52.** — *Produits de la chasse.* — MM. De Clermont (H.), couperies de poils; - Goy (Fr.), ancien négociant en plumes brutes; - Lafrique, pelleteries et poils de lapin; - Laurent (Georges), crins, laines, plumes et duvets; - Revillon (Léon), fourrures. — *Suppléants :* MM. Bing (Ch.), importateur de matières premières pour parfums; - Grebert, fourrures; - Deloncle (Jean), ancien sous-directeur au Ministère des Colonies.

**Classe 53.** — *Engins, instruments et produits de la pêche. Aquiculture.* — MM. Altazin, armateur; - Beust, Commissaire de Saint-Pierre et Miquelon à l'Exposition de 1900; - Chandèze, directeur du commerce au Ministère du Commerce et de l'Industrie; - Falco, perles fines; - Gerville-Réache, député, président du Comité consultatif des pêches maritimes; - Le Play (le docteur A.), ancien sénateur; - Perrier (Edmond), membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur au Muséum; - Weill fils (Georges), importateur d'éponges. — *Suppléants :* MM. Armand (le comte), président de la Société des sécheries de Port-de-Bouc; - Pérard (J.), délégué de la Société des industries maritimes.

**Classe 54.** — *Engins, instruments et produits des cueillettes.* — MM. Belières, directeur de la pharmacie normale; - Coirre, produits d'herboristerie et de pharmacie; - Dubois (le docteur), député, mycologue; - François (Lucien), caoutchouc; - Guignard (Léon), membre de l'Institut et de l'Académie

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 3, p. 43.

(1) Les nominations des membres du Jury du Groupe VIII avaient paru antérieurement au *Journal Officiel* (nos des 19 avril et 3 mai 1900).

de Médecine, directeur de l'École supérieure de pharmacie; - LEPRINCE (Maurice), pharmacien. — *Suppléants :* MM. FUMOUZE, produits pharmaceutiques; - GABORIAUD, Commissaire de la Guinée à l'Exposition de 1900; - LE CESNE, administrateur de la Société française de la Côte occidentale d'Afrique.

GROUPE X. — **Aliments.**

**Classe 55.** — *Matériel et procédés des industries alimentaires.* — MM. BOIRE (Émile), directeur des sucrerie, raffinerie et distillerie de Bourdon; - FLEURENT (Émile), Professeur de chimie industrielle au Conservatoire des Arts et Métiers; - MALESSET, appareils à eaux gazeuses; - MOULIN (Jean), président du Syndicat des minotiers et fabricants de semoules de Marseille; - RAGOT (Jules), administrateur de la sucrerie de Villenoy; - ROUART (Alexis), appareils frigorifiques. — *Suppléants:* MM. CARPENTIER (Henri), installation de brasseries; - DURIN (E.), secrétaire général du Syndicat des distillateurs industriels de France; - YBERTI (Jean), pâtes alimentaires, administrateur de la Brasserie du Centre.

**Classe 56.** — *Produits farineux et leurs dérivés.* — MM. CHAMBEYRON (Georges), produits de la mouture; - DUBRAY (A.), président honoraire de l'Association nationale de la meunerie française; - GROULT (Camille), pâtes alimentaires; - MAUREL (Joseph), minotier; - PREVET (Jules), conserves alimentaires; - REGNAULT-DESROZIERS, minotier; - VAURY (Ch.), propriétaire des moulins de Montrouge; - WAY (Alfred), denrées alimentaires. — *Suppléants :* MM. BERTHAND (Marius), pâtes alimentaires; - FERRAND (Ferdinand), pâtes alimentaires; - SEGAUST, gluten et amidon.

**Classe 57.** — *Produits de la boulangerie et de la pâtisserie.* — MM. CHABEUF (Henri), ouvrier biscuitier; - CORNET (A.), président honoraire de la Chambre syndicale de la boulangerie; - ESTIEU (Maurice), biscuits Georges; - FROMENTAULT, président du Syndicat de la boulangerie; - WALTER (Léon), biscuits Olibet.

**Classe 58.** — *Conserves de viandes, de poissons, de légumes et de fruits.* — MM. BAYLE (Ch.), conserves alimentaires; - BENOIT (Arthur), conserves alimentaires; - CAHEN (Jules), conserves alimentaires; - CHEVALIER (Ch.), président de la Chambre syndicale des fabricants de conserves alimentaires; - PRÉVET (Charles), sénateur; directeur de la Compagnie française d'alimentation; - RÖDEL (Ph.), conserves alimentaires; - ROQUELAURE, conserves alimentaires; - TEYSSONNEAU, conserves alimentaires; - WURSTHORN, pâtés de foie gras.

**Classe 59.** — *Sucres et produits de la confiserie, condiments et stimulants.* — MM. COURTIN-ROSSIGNOL, vinaigres; - DERODE, thés, cafés, vanille; - DUBOSC (Paul), conserves; - GALLET (Maurice), glucoses; - JACQUIN, dragées, marrons glacés; - LELEU (Aug.), chocolats; - MACHEREZ, sénateur, sucres; - MOQUET-LESAGE, confitures; - PERNET (Albert), confitures; - PHELLION, vins et vinaigres; - POUPON (Henri), moutarde. — *Suppléant :* M. VIENNE, Commissaire de Mayotte et des Comores.

**Classe 60.** — *Produits alimentaires d'origine viticole, vins et eaux-de-vie de vins.* — MM. ALLAIN (Alfred), vins; - ARNOULD (Ch.), vins de champagne; - AUBERT (Paul), vins mousseux; - AUGÉ, député, viticulteur; - BLONDE, président de la Chambre syndicale des vins et spiritueux en gros; - BUHAN, vins; - CALVET, sénateur, président du Syndicat des viticulteurs des Charentes; - CAZEAUX-CAZALET, président du Comice agricole de Cadillac; - CHANDON DE BRIAILLES (Raoul), vins de Champagne; - CHARTON (Claude), vins; - CONVERT, Professeur d'économie rurale à l'Institut agronomique; - CROS-BONNEL, viticulteur; - DARLAN (Jean), viticulteur; - DELCOUS, vins et eaux-de-vie; - FOLLIOT, vins; - GABRIEL (Louis), vins; - GUILLET, viticulteur; - JOSSERAND, vins; - KESTER, vins et spiritueux; - KRUG (Paul), président du Syndicat du commerce des vins de Champagne; - LALANDE (A.), viticulteur; - LAPORTE-BISQUIT, sénateur; eaux-de-vie; - LARCHER, président honoraire du Syndicat national des vins et spiritueux; - LATOUR (Louis), viticulteur; - LAURENT (Auguste), président de la Société d'encouragement à l'agriculture de l'Hérault; - LEENHART-POMIER, président de la Société des agriculteurs de l'Hérault; - LE SOURD (Paul), directeur du *Moniteur vinicole*; - MALAQUIN, syndic des courtiers-gourmets; - MARGUERY, président du Comité de l'alimentation parisienne; - MARTELL (Édouard), sénateur; eaux-de-vie; - MAUVIGNEY, vins; - RAGUIN (Léon), vins; - RICARD (Henri), député, viticulteur; - ROBIN (Armand), eaux-de-vie; - TAQUET (Paul), directeur de la *Revue vinicole*; VERT, eaux-de-vie. — *Suppléants :* MM. CHAPUIS (L.), vins; - DUHAS, eaux-de-vie; - FORTIN (G.), courtier-gourmet en vins; - GÈS, viticulteur; - GIRARD (J.-B.), vins; - LACHAMBAUDIE, courtier-gourmet; - MARTINET (Jules), vins; - MÉJANELLE, Ingénieur des Arts et Manufactures, viticulteur; - PETIT (Paul), vins; - SABOT, vins; - VIVARÈS, viticulteur.

**Classe 61.** — *Sirops et liqueurs, spiritueux divers, alcools d'industrie.* — MM. BARDIN (Louis), maison Constant-Duval; - BOVERAT, courtier assermenté; - CLACQUESIN-LEFEBVRE, distillateur; - COINTREAU, distillateur; - COULON, rhums; - CUSENIER, distillateur; - DELAUNE, député, distillateur d'alcool; - DOISTAU (Félix), distillateur; - FONTBONNE, vins et spiritueux; - GLOTIN, distillateur; - GUY (Louis), distillateur; - HARTMANN, président de la Chambre syndicale des distillateurs en gros; - JUNOD, distillateur d'absinthe; - MOUREAUX, distillateur; - PICON (H.), amers; - REQUIER, distillateur; - SPRINGER, distillateur; - THIEL, distillateur; - THOMACHOT, distillateur; - VIOLET, vins, byrrh. — *Suppléants:* MM. COLAS (A.), distillateur; - DEUX (A.), distillateur; - DUHAMEL, distillateur; - MOUCHOTTE, distillateur; - PEUREUX, distillateur; - PREMIER, distillateur; - ROCHER, liquoriste.

**Classe 62.** — *Boissons diverses.* — MM. BERTRAND-OSER, administrateur des brasseries de Maxéville; - BURES (Émile), brasserie de cidres; CORMAN-VANDAME, brasserie; - DUMESNIL (Fernand), brasserie; - GUÉRET, matériel pour boissons gazeuses et appareils de brasserie; - KREISS, directeur des brasseries de la Meuse; - LEMARIEY, cidres; - MOULIN (Louis), cidres; - THOMAS (Martin), brasserie; - TOURTEL, brasserie. — *Suppléants :* MM. BUTRUILLE, brasserie; - KARCHER (H.), brasserie; - POWER, brasserie de cidres.

GROUPE XI. — **Mines et métallurgie.**

**Classe 63.** — *Exploitation des mines, minières et carrières (Matériel, procédés et produits).* — MM. BEIGBEDER, secrétaire général de la Compagnie des mines de Mokta-el-Hadid; - BORDEAUX-MONTRIEUX, président de la Société des ardoisières d'Angers; - BOYER (Eugène), administrateur de la Société générale électrique et industrielle; - DE CURIÈRES DE CASTELNAU, Ingénieur en chef des Mines, Ingénieur-conseil des mines de la Grand'Combe; - COURIOT (H.), Professeur du cours d'exploitation des mines à l'École Centrale des Arts et Manufactures, Administrateur de la Société des mines de la Loire; - DARCY (Henri), président de la Compagnie des forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons; - FAURE (Joseph), Ingénieur des Mines; - GRUNER (E.), secrétaire du Comité central des houillères de France; - HATON DE LA GOUPILLIÈRE, membre de l'Institut, directeur de l'École supérieure des Mines; - LEROY, sénateur, directeur de la Compagnie des mines de Bruay; - OUACHÉE (Ch.), ancien exploitant des carrières de pierres de Saint-Leu et de Saint-Maximin; - SAINTE-CLAIRE DEVILLE (H.), administrateur des anciennes salines domaniales de l'Est; - SCHNEIDER (Paul), président de la Compagnie des mines de Douchy et de la Société des schistes d'Autun; - VIEILLE (P.-E.), Ingénieur en chef des Poudres et Salpêtres. — *Suppléants :* MM. BERGERON (J.), professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures; - FOLLIOT (A.), président de la Société d'exploitation des marbres de l'Ouest.

**Classe 64.** — *Grosse métallurgie (Matériel, procédés et produits).* — MM. ARBEL (Pierre), maître de forges à Rive-de-Gier et à Douai; - BARTHE, directeur des usines de Fumel; - BOISCHEVALIER (Eugène DE), Ingénieur des Arts et Manufactures, président de la Société des forges et fonderies de Montataire; - BRUSTLEIN, directeur technique des Aciéries d'Unieux; - LE VERRIER, Professeur à l'École supérieure des Mines et au Conservatoire des Arts et Métiers; - LÉVY (Léon), directeur de la Compagnie des forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons; - MANEUVRIER (E.), sous-directeur général de la Société des mines et fonderies de zinc de la Vieille-Montagne; - MESUREUR (Jules), président de l'Association des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers; - DE NERVO (le baron), président de la Société des ateliers et chantiers de la Loire; - PINGET (H.), secrétaire du Comité des forges de France.

**Classe 65.** — *Petite métallurgie.* — MM. BOAS (A.), Ingénieur des Arts et Manufactures; ustensiles de ménage, lanternes; - CAZAUBON, robinetterie; - DUFAYET, chaudronnerie; - DUFRÈNE, fermetures métalliques; - FONTAINE (H.), quincaillerie et serrurerie de bâtiment; - HAFFNER, coffres-forts; - PEUGEOT (Eugène), taillanderie; - PINARD (A.), Forges et fonderies de Sougland; - THOMAS (Georges), Ingénieur des Arts et Manufactures; serrurerie, ferronnerie. — *Suppléants :* MM. GABELLE, constructeur-serrurier à Marseille; - GÉRARD (A.), administrateur des boulonneries de Bogny-Braux; - LELIÈVRE, capsules métalliques, œillets, acier poli; - WESBECHER, meubles en fer.

GROUPE XII. — **Décoration et mobilier des édifices publics et des habitations.**

**Classe 66.** — *Décoration fixe des édifices publics et des habitations.* — MM. ALEXANDRE (Arsène), critique d'art; - BERGER (Georges), député, président de l'Union centrale des Arts décoratifs; - BERTRAND (Frédéric), président du groupe syndical des industries du bâtiment; - BOURGAUX, menuiserie; - CAIN (Georges), conservateur du musée Carnavalet; - CÉZARD (Léon), doreur; - DAMPT, sculpteur statuaire; - GENUYS, sous-directeur de l'École nationale des Arts décoratifs; - GRUOT (H.), marbrier; - JAMBON, peintre décorateur. — *Suppléants:* MM. MARROU, ferronnerie; - POIRET (H.), imagerie religieuse.

**Classe 67.** — *Vitraux.* — MM. DAUMONT-TOURNEL, peintre verrier; - DELON, peintre verrier; - MAGNE (Lucien), architecte, Professeur à l'École des Beaux-Arts; - MERSON (Luc-Olivier), membre de l'Institut. — *Suppléants :* MM. ANGLADE, peintre verrier; - DELALANDE, dessinateur de vitraux; - GAUDIN (F.), peintre verrier.

**Classe 68.** — *Papiers peints.* — MM. EVETTE, Ingénieur des Arts et Manufactures; papiers de fantaisie; - FOLLOT (Félix), papiers veloutés; - GILLOU (Émile), papiers peints; - PETITJEAN père, papiers peints. — *Suppléants :* MM. DESFOSSÉ (Eugène), papiers peints; - GERMANAZ, dessinateur industriel.

**Classe 69.** — *Meubles à bon marché et meubles de luxe.* — MM. BEURDELEY (Alfred), ébénisterie d'art; - CHEVRIE, président de la Chambre syndicale de l'ameublement; - DAMON (Alfred), meubles et tapisseries; - FOURNIER (Ch.), doreur sur bois; - LOCQUET, administrateur du garde-meuble national; - MAJORELLE, meubles; - PÉROL (F.), meubles; - POL-NEVEUX, critique d'art; - ROUX (Paul), juge au Tribunal de commerce de la Seine; - SANDIER, architecte. — *Suppléants :* MM. MOULIN, fabricant de meubles; - RÉMON (G.), architecte.

**Classe 70.** — *Tapis, tapisseries et autres tissus d'ameublement. Matériel, procédés, produits.* — MM. CAIN (Henri), artiste peintre; - CHANÉE, tissus velours et peluches d'ameublement; - CHATEL, soieries pour ameublement; - CHOVO, directeur de la Compagnie française de linoléum; - CORNILLE (G.), soieries et velours pour ameublement; - DÉFORGE, broderies et passementerie pour ameublement; - GUIFFREY (J.), administrateur de la Manufacture des Gobelins; - LEBORGNE, tapis et étoffes d'ameublement; - LEGRAND (Ch.), tissus imprimés d'ameublement; - SIMON (H.), étoffes pour ameublement. — *Suppléant :* M. CLAIR, tissus brodés, meubles de fantaisie.

**Classe 71.** — *Décoration mobile et ouvrages de tapissiers. Décoration extérieure de la rue.* — MM. CHAUSSON (Louis), doreur; - JEANSELME (Ch.), tapisserie, décoration; - JOURDAIN (Frantz), architecte; - RÉMON, tapisserie, décoration; - TARDIF, président de la Chambre syndicale des doreurs ornemanistes. — *Suppléant :* M. ROCHE (P.), sculpteur.

**Classe 72.** — *Céramique.* — MM. ALTAZIN, administrateur de la Société des produits céramiques et réfractaires de Boulogne-sur-Mer; - BAUDIN (Eugène), céramique d'art; - BAUMGART, administrateur de la Manufacture nationale de porcelaine; - BRACQUEMOND (Félix), peintre, graveur et céramiste; - CHÉDANNE, architecte; - FAURE (P.), machines à fabriquer la porcelaine; - GUÉRIN (W.), porcelaines; - HACHE (Alfred), porcelaines; - LOREAU (A.), Ingénieur des Arts et Manufactures; boutons céramiques (maison Bapterosse); - DE LUYNES, Pro-

fesseur au Conservatoire des Arts et Métiers; - MACIET (J.), président de la Commission des musées de l'Union centrale des arts décoratifs; - METZ (A.), céramique (maison Gilardoni); - MIGEON (Gaston), conservateur adjoint au musée du Louvre; - VOGT, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur des travaux techniques à la Manufacture nationale de porcelaine. — *Suppléants :* MM. COLAS (J.), secrétaire général de l'Union céramique et chaufournière de France; - DAMOUR (E.), chef des travaux chimiques à l'École supérieure des Mines; - GARDAIRE, céramiste peintre sur porcelaine.

**Classe 73.** — *Cristaux et verreries.* — MM. APPERT (Léon), Ingénieur des Arts et Manufactures, maître verrier; émaux, cristaux, verres et couleurs vitrifiables; - HOUTART, bouteilles, touries pour acides; - LANDIER, cristalleries de Sèvres et de Clichy réunies; - LE BRETON (G.), directeur du musée d'antiquités et du musée céramique de Rouen; - MAES (G.), cristaux. — *Suppléants :* MM. COUVREUR fils (J.), verrerie, produits chimiques; - HARANT, président de la Chambre syndicale de la céramique et de la verrerie; - HAYEZ (Paul), vice-président du Syndicat des fabricants de cristaux et verreries.

**Classe 74.** — *Appareils et procédés du chauffage et de la ventilation.* — MM. D'ANTHONAY, Ingénieur des Arts et Manufactures; appareils de chauffage spéciaux et ventilation mécanique; - COLIN, administrateur du Familistère de Guise; - GARNIER (H.), Ingénieur des Arts et Manufactures; appareils de canalisation d'eau, gaz, vapeur, électricité; - PIET (J.), Ingénieur des Arts et Manufactures; appareils de buanderie, bains, chauffage des habitations. — *Suppléants :* MM. NICORA, appareils de chauffage; - PINGAULT, combustibles; - PUCEY (H.), secrétaire général de la Société des Ingénieurs et Architectes sanitaires de France.

**Classe 75.** — *Appareils et procédés d'éclairage non électrique.* — MM. BENGEL, Ingénieur des Arts et Manufactures; appareils pour le gaz et l'électricité; - BESNARD (F.), appareils d'éclairage et de chauffage au gaz acétylène; - CHANCEL (A.), architecte; - LUCHAIRE (H.), Ingénieur des Arts et Manufactures, secrétaire de la Chambre syndicale des fabricants de lampes; - MARX (Alfred), directeur de la Compagnie d'éclairage Denayrouze. — *Suppléants :* MM. DEROY fils aîné (H.), alambics et matériel de distillation; - LEBON (Alfred), Ingénieur des Arts et Manufactures, cogérant de la Compagnie centrale du gaz.

### GROUPE XIII. — Fils, tissus, vêtements.

**Classe 76.** — *Matériel et procédés de la filature et de la corderie.* — MM. DUBOUL, corderie textile; - FOUGEIROL, sénateur; filature, moulinage et tissage de soie; - IMBS, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur de filature et de tissage au Conservatoire des Arts et Métiers; - MARTELIN, Filature de Schappe; - SIMON (Ed.), membre du conseil et censeur de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

**Classe 77.** — *Matériel et procédés de la fabrication des tissus.* — MM. BUXTORF, métiers à bonneterie; - DANZER, ancien directeur de l'École de filature et tissage de Mulhouse; - DENIS (G.), sénateur, Ingénieur des Arts et Manufactures; filature de coton; - DIEDERICHS, métiers à tisser; - LOUIS-GUÉRIN, tissus, draperie. — *Suppléants :* MM. LANGE (F.), matériel pour la bonneterie; - LEVENT (Ch.), vice-président du Syndicat des tissus et nouveautés; - STICHTER, Ingénieur des Arts et Manufactures; matériel de tissage; - WADDINGTON (Ch.), tissus de coton écru et de fantaisie.

**Classe 78.** — *Matériel et procédés du blanchiment, de la teinture, de l'impression et de l'apprêt des matières textiles à leurs divers états.* — MM. DEHAITRE (F.), matériel de blanchiment, teinture, impression et apprêts; - GUILLAUMET, président de la Chambre syndicale de la teinturerie et des apprêts des tissus; - JOLLY (A.), président de la Chambre syndicale de la teinturerie et des industries qui s'y rattachent; - LEDERLIN, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la blanchisserie et teinturerie de Thaon; - MOTTE (A.), teintures et apprêts sur tissus; - PRUD'HOMME (M.), chimiste. — *Suppléants :* MM. BOEHRINGER, Ingénieur des Arts et Manufactures; impressions sur tissus; - GILLET (J.), teinture, impression et apprêts.

**Classe 79.** — *Matériel et procédés de la couture et de la fabrication de l'habillement.* — MM. COHENDET, machines-outils, mécanique de précision; - HAUTIN, machines à coudre; - RICBOURG, machines à coudre; - STASSE, administrateur de la Belle-Jardinière. — *Suppléants :* MM. CLÉMENT (A.), machines spéciales pour découper les étoffes; - STOCKMAN, bustes et mannequins.

**Classe 80.** — *Fils et tissus de coton.* — MM. DEHIÈVE, tissus de coton; - DÉCHELETTE, cotonnades; - ERHARD (Gaston), tissage de coton; - HAGIMONT, tissage, teinture, apprêts, velours de coton; - LEMAITRE (G.), filature et tissage de coton; - LE ROY (A.), négociant en tissus; - MOTTE (G.), filature de coton; - PONNIER (A.), filature et tissage de coton, blanchiment et apprêts; - WADDINGTON (A.), fils et tissus de coton. — *Suppléant :* M. CARTIER (Jean), fils de coton à coudre.

**Classe 81.** — *Fils et tissus de lin, de chanvre. — Produits de la corderie.* — MM. AGACHE (Ed.), filature de lin et tissage de toiles, linge ouvré et damassé; - BESSONNEAU, cordages; - FAUCHEUR (Ed.), fils de lin; - KELSCH, député; toiles damassées; - LANIEL (H.), député; toiles écrues et blanchies; - SAINT (Ch.), député; toiles, sacs, bâches, fils, ficelles, cordages, tissus d'ameublement. — *Suppléants :* MM. DENEUX (A.), linge de table; - TURPAULT, mouchoirs, toiles, serviettes.

**Classe 82.** — *Fils et tissus de laine.* — MM. BALSAN (Ch.), Ingénieur des Arts et Manufactures, député; tissus de laine cardée; - JOURDAIN (E.), draps et coutils (maison Defontaines fils); - LAGACHE (J.), draperies, gilets, doublures; - MASSE (P.), filateur de laine; - NIVERT, draperies; - SEYDOUX, flanelle, nouveauté, laine et soie. — *Suppléants :* MM. BONNIER (Fr.), draps imprimés, teints et mélangés; - BUIRETTE, fils et couvertures de laine peignée; - HUBINET, filature et retordage de laines peignées; - POULLOT (J.), filature et tissage de laine; - ROBERT (Aug.), draps.

**Classe 83.** — *Soies et tissus de soie.* — MM. BAUMLIN, soieries; - BOUDON (Louis), filateur de soie grège; - BROSSY (Cl.), rubans; - CHABRIÈRES (A.), soies; - CHANCEL (L.), moulinage; - GAUTHIER (Ant.), rubans et velours de soie; - GUÉRIN (F.), soies; - HESSE (Ed.), soies brutes; - LAGUIONIE, cravates; - PILA (Ulysse), négociant en soies; - PIOTET, soieries pour ameublement; - RÉMOND (J.), soieries; - TRESCA (P.), soieries noires et de couleur. — *Suppléants :* MM. CARRIÈRE fils, filature et moulinage; - FRANCK (A.), soie et schappe; - PAYEN (Ed.), soies.

**Classe 84.** — *Dentelles, broderie, passementerie.* — MM. ANCELOT, dentelles, tulle, crêpe et broderies; - BELLAN, tulle perlé, broderies; - COGNE, président du Tribunal de commerce de Saint-Quentin; - GOULETTE, président de la Chambre syndicale de la passementerie; - HÉNON (H.), dentelles mécaniques; - ISAAC (Aug.), président de la Chambre de commerce de Lyon; - LEPRINCE, vice-président de la Chambre syndicale de la passementerie. — *Suppléant :* M. SCHILLER (R.), passementerie et broderie.

**Classe 85.** — *Industrie de la confection et de la couture pour hommes, femmes et enfants.* — MM. BESSAND (Ch.), directeur des magasins de la Belle-Jardinière; - PERDOUX, confections pour dames; - STORCH, vêtements confectionnés pour femmes; - WORTH (G.), ancien président de la Chambre syndicale de la confection et de la couture. — *Suppléants :* MM. DUCHER, tailleur militaire; - DURY (A.), confections pour enfants.

**Classe 86.** — *Industries diverses du vêtement.* — MM. BONDAT (A.), ganterie; - CHARLES Jeune, président de la Chambre syndicale de la fantaisie pour modes; - DONCKELE, cravates; - HAYEM (J.), président de la Chambre syndicale de la chemiserie en gros; - HUGOT, ancien fabricant d'éventails; - MORTIER, ancien fabricant de bonneterie; - MUZET (A.), député, président du Syndicat général du Commerce et de l'Industrie; - TIRARD, chapeaux de feutre. — *Suppléants :* MM. CHABANNE; - COÏON, chaussures; - CORNEVOT, chaussures en gros; - DUVELLEROY, éventails; - HAAS fils, chapeaux; - LALOUE, fleurs et plumes; - LÉVY, corsets; - LIAUD, manufacture de chapeaux de paille et de feutre.

### GROUPE XIV. — Industrie chimique.

**Classe 87.** — *Arts chimiques et pharmacie.* — MM. ADRIAN, produits chimiques et pharmaceutiques; - ASTIER, député; - BARON fils, président du Syndicat des fabricants de savons de Marseille; - DUBOIS (Fr.), administrateur de la Société de savonnerie marseillaise; - EXPERT-BEZANÇON, céruse et minium; - LAUTH (Ch.), directeur de l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris; - LEFEBVRE (Georges), produits tinctoriaux; - LESIEUR (Georges), raffinage du pétrole, huiles végétales et savons (maison Desmarais frères); - LORILLEUX (Ch.), encres d'imprimerie; - MARQUET DE VASSELOT, industriel en Indo-Chine; - RICHE (A.), directeur des essais à la Monnaie de Paris; - TROOST (L.), membre de l'Institut. — *Suppléants :* MM. ARNAVON, savons blancs; - ASSELIN, Ingénieur des Arts et Manufactures; produits chimiques; - CHAMPIGNY, président honoraire de la Chambre syndicale des pharmaciens de la Seine; - DUFRAISSE (Gustave), Ingénieur des Arts et Manufactures; colles et gélatines (maison Roy et C^ie^); - FREUND-DESCHAMPS, bleus d'outremer; - HARTOG, vernis et couleurs; - PAUPELIN, Ingénieur des Arts et Manufactures; couleurs (maison Hardy-Mileri et C^ie^).

**Classe 88.** — *Fabrication du papier.* — MM. CHOQUET, président honoraire du groupe syndical du papier; - CODET, directeur de l'usine du moulin Pelgros; - DEBOUCHAUD, président de la Chambre de commerce d'Angoulême; - FAILLOT, président honoraire de la Chambre syndicale des papiers en gros; - LAMY (Ch.), Ingénieur des Arts et Manufactures; imprimerie typographique et lithographique; - LAROCHE-JOUBERT, député; papiers; - LHOMME (Ch.), Ingénieur des Arts et Métiers; installations de papeteries; - DE MONTGOLFIER (Étienne), papiers (maison Johannot et C^ie^); - PAUILHAC, carnets de papiers à cigarettes; - PALLEZ (A.), Ingénieur des Arts et Manufactures; machines à papiers (maison L'Huillier et C^ie^).

**Classe 89.** — *Cuirs et peaux.* — MM. GOGUENHEIM, mégisserie et ganterie; - MIRABEL-CHAMBAUD, veaux pour chaussures; - PELTEREAU, cuirs lissés pour semelles; - PETITPONT, vice-président du Syndicat général des cuirs et peaux; - POULLAIN (Ch.), président du Syndicat général des cuirs et peaux; - SOLANET (Gustave), veaux cirés. — *Suppléants :* MM. COMBE (Alph.), peaux de chevreau; - CORBEAU, cuirs pour sellerie et carrosserie; - FORTIER-BEAULIEU, tannerie et corroierie; - JOSSIER (G.), Ingénieur des Arts et Manufactures; cuirs vernis; - RAYMOND (Fr.), mégisserie; - VILLETTE-GAYTÉ, tanneries.

**Classe 90.** — *Parfumerie.* — MM. GALLET (E.), parfumerie; - KLOTZ (V.), parfumerie (maison Pinaud); - PIVER (L.), parfumerie; - PROT, parfumerie. — *Suppléants :* MM. DARRASSE, parfumerie (maison Coudray et C^ie^); - FERRAND, matières premières pour parfumerie (maison Hugues aîné); - SENEZIES, dentifrices (maison A. Seguin).

**Classe 91.** — *Manufactures de tabacs et d'allumettes chimiques.* — MM. BARDOT (L.), administrateur à la direction générale des Manufactures de l'État; - BRUNET (J.), administrateur à la direction générale des Manufactures de l'État; - LAURENT (Fr.), Ingénieur en chef, Inspecteur des Manufactures de l'État; - SEVÈNE (H.), Ingénieur en chef, Inspecteur des Manufactures de l'État.

### GROUPE XV. — Industries diverses.

**Classe 92.** — *Papeterie.* — MM. BARDOU-JOB, manufacturier; - POURE (G.), plumes métalliques, porte-plume, crayons; - PUTOIS (G.), président de la Chambre syndicale du papier et des industries qui le transforment; - SIRVEN (J.), articles de bureau. — *Suppléants :* MM. BAIGNOL, plumes métalliques et porte-plume; - LANDRIN (H.), registres; - WOLFF (L.), sacs en papier et cartonnages.

**Classe 93.** — *Coutellerie.* — MM. CARDEILHAC (E.), président de la Chambre syndicale de la coutellerie; - MARMUSE, coutellerie-orfèvrerie; - THUILLIER, coutellerie, ciselerie; - THINET, coutellerie. — *Suppléants :* MM. ASTIER-PRODON, coutellerie de table; - PAGÉ, coutellerie.

**Classe 94.** — *Orfèvrerie.* — MM. ARMAND CALLIAT, orfèvrerie; - BOUILHET (H.), Ingénieur des Arts et Manufactures, gérant de la Société Christofle et C^ie^; - BRATEAU (J.), orfèvrerie d'étain; - CHAMPIER (Victor), critique d'art; - DEBAIN (A.), orfèvrerie d'argent; - THESMAR, émaux, orfèvrerie; - TÉTARD, orfèvrerie d'argent.

**Classe 95.** — *Joaillerie-bijouterie.* — MM. Aucoc fils (L.), joaillerie; - Desprès (F.), bijouterie-joaillerie ; - Mascuraud, bijouterie imitation ; - Murat (G.), bijouterie en doublé et petite orfèvrerie ; - Ruteau (L.), perles imitation ; - Sandoz (Gustave-Roger), joaillerie, bijouterie ; - Soufflot (P.), bijouterie, joaillerie. — *Suppléants :* MM. Gauthier (L.), lapidaire ; - Jacquet (H.), président de la Chambre syndicale des graveurs estampeurs ; - Langoulant, chaînes-bracelet ; - De Thierry, bijouterie imitation.

**Classe 96.** — *Horlogerie (Matériel, procédés et produits).* — MM. Antoine (Ernest), horlogerie ; - Boname, horlogerie ; - Garnier (Paul), horlogerie électrique ; - Gondy, horlogerie ; - Maillet (Arthur), critique d'art ; - Rodanet (A.), président de la Chambre syndicale de l'horlogerie de Paris. — *Suppléants :* MM. André (Sylvain), horlogerie ; - Drocourt, pendules de voyage ; - Moynet, outils et fournitures d'horlogerie.

**Classe 97.** — *Bronze, fonte et ferronnerie d'art. — Zinc d'art. — Métaux repoussés.* — MM. Blot, bronzes et fontes d'art ; - Gagneau (Georges), président de la Chambre syndicale des fabricants de bronzes ; - Joffrin (F.), président de la Chambre syndicale du bronze imitation ; - Mariotton (Cl.), sculpteur-ciseleur ; - Piat (Fr.-E.), sculpteur décorateur ; - Thiébaut (Victor), bronzes d'art ; - Vian, bronzes. — *Suppléants :* MM. Bergne, ferronnerie d'art ; - Soleau, appareils d'éclairage ; - Susse (Albert), bronzes d'art.

**Classe 98.** — *Brosserie, maroquinerie, tabletterie et vannerie (Matériel, procédés et produits).* — MM. Amson (G.), articles de Paris, maroquinerie ; - Dupont (Emile), brosserie, tabletterie ; - Maréchal, pipes ; - Maurey-Deschamps, brosserie fine et tabletterie ; - Schloss, commissionnaire. — *Suppléants :* MM. Bez, peignes ; - Houlet, tabletterie, articles de Paris.

**Classe 99.** — *Industrie du caoutchouc et de la gutta-percha. Objets de voyage et de campement.* — MM. Bertin (L.), président de la Chambre syndicale de la maroquinerie ; - Chapel, secrétaire de la Chambre syndicale des caoutchoucs ; - Guilloux, toiles, bâches, tentes ; - Sriber, président de la Chambre syndicale des caoutchoucs. — *Suppléant :* M. Lamy-Torrillon, caoutchouc manufacturé.

**Classe 100.** — *Bimbeloterie.* — MM. Chauvin (Al.), fabricant de jouets ; - Claretie (Léo), homme de lettres ; - Lefèvre (E.), ancien fabricant de jouets ; - Martin (F.), fabricant de jouets. — *Suppléant :* M. Wogue, jeux.

## GROUPE XVI. — Économie sociale, hygiène, assistance publique.

**Classe 101.** — *Apprentissage, protection de l'enfance ouvrière.* — MM. Bérard, vice-président de la Société de protection des apprentis ; - Gaufrès, président de l'orphelinat de la Seine ; - Guillot (Adolphe), membre de l'Institut ; - Lavy, ancien député ; - Vel-Durand, conseiller d'État. — *Suppléants :* MM. Bloch, directeur de l'École professionnelle Bischoffsheim ; - Eynac, ancien préfet ; - Bobiquet, avocat au Conseil d'État.

**Classe 102.** — *Rémunération du travail, participation aux bénéfices.* — MM. Arnault (Aug.), publiciste ; - Carlier, administrateur de l'Union des sculpteurs mouleurs ; - Deslandres (O.), conducteur typographe ; - Husson de Senonges (H.), président de la Société de secours mutuels du 11e arrondissement ; - Maruéjouls, député ; - Trombert, secrétaire de la Société pour l'étude pratique de participation aux bénéfices. — *Suppléants :* MM. David, directeur commercial de la maison Delaunay-Belleville ; - Privat-Deschanel, sous-directeur au Ministère des Finances.

**Classe 103.** — *Grande et petite industrie. — Associations coopératives de production ou de crédit. — Syndicats professionnels.* — MM. Buisson, directeur de l'Association d'ouvriers peintres « le Travail » ; - Dalle, administrateur de la Chambre syndicale des employés de Paris ; - Dumay (J.-B.), régisseur de la Bourse du travail de Paris ; - Fontaine (A.), directeur du travail au Ministère du Commerce ; - Girard (P.), directeur honoraire au Ministère du Commerce ; - Jacquin (E.), conseiller d'État ; - Paul-Boncour, avocat ; - Ribot, député. — *Suppléants :* MM. Hamelin, administrateur de la verrerie de Carmaux ; - Mangeot, directeur de l'Imprimerie nouvelle ; - De Seilhac, délégué permanent du Musée social ; Vila, secrétaire de la Chambre consultative des associations ouvrières de production.

**Classe 104.** — *Grande et petite culture. — Syndicats agricoles. — Crédit agricole.* — MM. Caze (Edmond), député ; - Gomot, sénateur ; - Labeyrie, président de la Cour des comptes ; - Labiche, sénateur ; - Lyon-Caen, membre de l'Institut ; - Paisant, président du tribunal de Versailles ; - Passy (Louis), membre de l'Institut, député ; - Viseur, sénateur. — *Suppléants :* MM. Dufourmantelle, avocat ; - Le Conte, conseiller à la Cour des comptes.

**Classe 105.** — *Sécurité des ateliers. — Réglementation du travail.* — MM. Breton (G.), sous-directeur de l'Industrie au Ministère du Commerce ; - Linder, Inspecteur général des Mines ; - Sabatier, agréé près le Tribunal de commerce de la Seine. — *Suppléant :* M. Crété (Ed.), imprimeur.

**Classe 106.** — *Habitations ouvrières.* — MM. Cotelle, conseiller d'État ; - Mangini, président de la Société des logements économiques et d'alimentation ; - Siegfried (J.), ancien ministre du Commerce ; - Villard (Th.), ancien président de la Société du travail professionnel. — *Suppléants :* MM. Cazalet (Ch.) ; - Decron, architecte.

**Classe 107.** — *Sociétés coopératives de consommation.* — MM. Gide (Ch.), Professeur à la Faculté de droit de Montpellier ; - Guillemin, secrétaire de la bourse des associations coopératives de consommation ; - Lourties, sénateur ; - Mabilleau, directeur du Musée social. — *Suppléants :* MM. De Boyve (Ed.) ; - Fayssat ; - Soria.

**Classe 108.** — *Institutions pour le développement intellectuel et moral des ouvriers.* — MM. Calmette (Gaston), publiciste ; - Depasse (Hector), publiciste ; - Herbette (Louis), conseiller d'État ; - Jay, professeur à la Faculté de droit ; - Labusquière, conseiller municipal de Paris ; - Leroy-Beaulieu (A.), membre de l'Institut ; - Liesse (A.), professeur au Conservatoire des Arts et Métiers ; - De Mun (le comte), député ; - Sarraut (Albert), publiciste.

**Classe 109.** — *Institutions de prévoyance.* — MM. Cavé (Jean) ; - Cheysson, Inspecteur général des Ponts et Chaussées ; - Chovet, sénateur ; - Coumes (Léon) ; - Guieysse, député ; - Lyon (Camille), conseiller d'État ; - Marie (Léon), actuaire ; - Paulet (G.), chef de division au Ministère du Commerce ; - Petit (Eug.), publiciste ; - Ricard (Louis), député ; - Rochetin, économiste. — *Suppléants :* MM. Arboux (le pasteur) ; - Biès (Jean) ; - Conscience (A.) ; - Hébrard (Jean).

**Classe 110.** — *Initiative publique ou privée en vue du bien-être des citoyens.* — MM. Aucoc (Léon), membre de l'Institut ; - Dufayel (G.), industriel ; - Guyot (Yves), publiciste ; - Moron, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées ; - Worms (Émile), Professeur à la Faculté de droit de Rennes. — *Suppléant :* M. Honnorat (A.), publiciste.

**Classe 111.** — *Hygiène.* — MM. Bechmann, chef du Service technique de l'assainissement de Paris ; - Brouardel (docteur), membre de l'Institut ; - Brousse (le docteur), conseiller municipal de Paris ; - Calmette (le docteur), directeur de l'Institut Pasteur à Lille ; - Jéramec, président de la Chambre syndicale des eaux minérales et établissement thermaux ; - Martin (docteur A.-J.), membre du Comité consultatif d'hygiène publique de France ; - Nicolas, directeur de l'Industrie au Ministère du Commerce ; - Proust (docteur), Inspecteur général des services sanitaires ; - Roux (docteur), sous-directeur de l'Institut Pasteur ; - Thuillier, sénateur ; appareils de plomberie ; - Villejean (docteur), député, pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu. — *Suppléants :* MM. Millet (P.), président du Syndicat des Entrepreneurs de couverture et de plomberie ; - Ogier (J.), chef du laboratoire de toxicologie à la Préfecture de police.

**Classe 112.** — *Assistance publique.* — MM. Bompard, député ; - Ferdinand Dreyfus, ancien député ; - Lefèvre (André), membre du Conseil de surveillance de l'Assistance publique ; - Monod (Henri), directeur de l'Assistance et de l'hygiène publiques au Ministère de l'Intérieur ; - Muteau, député ; - Roussel (Théophile), sénateur, président du Conseil supérieur de l'Assistance publique ; - Ulrich (A.), avocat. — *Suppléants :* MM. Millon (docteur René) ; - Mourrier (Ch.), maître des requêtes au Conseil d'État.

## GROUPE XVII. — Colonisation.

**Classe 113.** — *Procédés de colonisation.* — MM. Chailley-Bert, secrétaire général de l'Union coloniale française ; - Decrais (Jean), secrétaire d'ambassade ; - Dislère, président de section au Conseil d'État. — *Suppléants :* MM. Hallais, résident honoraire de France au Tonkin ; - Legendre (Ch.), ancien président de la Cour d'appel d'Hanoï.

**Classe 114.** — *Matériel colonial.* — MM. Rueff (Jules), administrateur des messageries fluviales de Cochinchine ; - Saint-Germain, sénateur, directeur de l'exposition coloniale ; - De Traz (A.), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef du service central du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis. — *Suppléants :* MM. Besse, fabricant de vélocipèdes ; - Francillon, ancien Inspecteur de la Compagnie transatlantique.

**Classe 115.** — *Produits spéciaux destinés à l'exportation dans les colonies.* — MM. Blondel (A.), facteur de pianos ; - Gachet (Ch.), commissionnaire exportateur ; - Le Myre de Vilers, député ; - Lourdelet, président de la Société de géographie commerciale ; - Paraf (G.), tissus de coton. — *Suppléants :* MM. Bilbaut ; - Puel de Lobel, publiciste ; - Sudre, instruments de musique ; - Vaissier (V.), savons de toilette.

## GROUPE XVIII. — Armées de terre et de mer.

**Classe 116.** — *Armement et matériel de l'artillerie.* — MM. Demmler (A.), administrateur des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons ; - Gaudin (A.), lieutenant-colonel d'artillerie ; - Gillot (Ed.), lieutenant-colonel d'artillerie ; - De la Noë (le général) ; - Sébert (le général). — *Suppléant :* M. Desmons (H.), Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien maître de forges.

**Classe 117.** — *Génie militaire et services y ressortissant.* — MM. Barbier (E.-J.), président de la Société d'explosifs ; - Boulanger (J.), chef de bataillon du génie ; - Manaut (Fr.), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la Société générale des industries économiques.

**Classe 118.** — *Génie maritime. — Travaux hydrauliques. — Torpilles.* — MM. Huin, directeur du génie maritime ; - Niclause (J.), générateurs inexplosibles ; - Perrin (Ed.), capitaine de frégate ; - Piaud, Ingénieur en chef du bureau Véritas ; - Pollard, Ingénieur de la Marine.

**Classe 119.** — *Cartographie, hydrographie, instruments divers.* — MM. Lavauzelle (Ch.), imprimeur-libraire-éditeur ; - Norberg (Ch.), imprimeur-libraire, gérant de la maison Berger-Levrault ; - Romieux (A.), lieutenant-colonel du génie. — *Suppléant :* M. Brosset (J.), instruments pour les sciences.

**Classe 120.** — *Services administratifs.* — MM. Barrier (A.), Ingénieur technique des services administratifs de la guerre ; - Blin (Jules), draps et tissus de laine ; - Cauvin, député ; tentes, bâches, toiles imperméables ; - Simon (A.), intendant général militaire. — *Suppléant :* M. Poiret (Aug.), président de la Chambre syndicale de la draperie.

**Classe 121.** — *Hygiène et matériel sanitaire.* — MM. Grall (le docteur), médecin inspecteur des colonies ; - Vaillard (le docteur), médecin principal de 2e classe ; — Brenot (Th.), instruments de chirurgie.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 14 mai 1900.*

**Chimie industrielle.** — *Sur un procédé permettant de retirer le sucre des bas produits à l'aide d'un appareil ordinaire à cuites de premier jet.* Note de M. Paul Lecomte, présentée par M. A. Ditte.

Depuis un certain temps déjà l'industrie sucrière cherche à perfectionner ses procédés de façon à extraire le sucre des jus sucrés, tout en supprimant le séjour dans les emplis et abrégeant de quelques mois la durée de la fabrication. Dans ces deux dernières années, on a pu atteindre en partie ce résultat à l'aide d'appareils spéciaux, mais ceux-ci sont coûteux et leur emploi demande encore plusieurs jours pour le traitement des mélasses.

M. P. Lecomte décrit un procédé qui permet d'éviter d'avoir recours à des appareils spéciaux et d'obtenir de suite le sucre des mélasses par une cuite de bas produits en grains dans un appareil ordinaire à cuite de premier jet.

Dans un essai, par exemple, on a constaté les résultats suivants : En partant d'une masse donnant à l'analyse 68,40 de sucre, 7,74 de cendres, 8,83 de salin, on a obtenu, après une cuite de quatorze heures, d'une contenance de 220 hectolitres, une eau-mère à la coulée donnant 53,20 de sucre, 11,92 de cendres et 4,46 de salin, tandis que le sucre provenant du turbinage de la masse cuite titrait 91,68.

**Chimie minérale.** — *Sur les transformations allotropiques des alliages de fer et de nickel.* Note de M. L. Dumas, présentée par M. A. Cornu.

MM. Dewar et Fleming, et après eux M. Osmond, ayant immergé dans l'air liquide un alliage de fer et de nickel à 29,07 °/. de nickel, ont constaté qu'il avait subi la transformation non réversible. Or cet échantillon commence à subir la transformation réversible, au-dessus de 0° : il présente donc cette particularité d'accuser successivement les transformations caractéristiques des deux catégories d'alliages qui ont été dénommées par Ch.-Ed. Guillaume *réversible* et *irréversibles*. M. L. Dumas a eu également l'occasion de signaler un alliage à 27,72 °/. de nickel qui a la même propriété. Ces constatations l'ont amené à faire de nouvelles déterminations sur des échantillons à teneurs voisines de 25 °/..

Le carbone ayant la propriété d'abaisser le point de transformation non réversible, il a eu soin d'écarter les teneurs en carbone élevées. Lorsque la transformation non réversible ne se produisait pas à la température ordinaire, il a eu recours au refroidissement dans la neige carbonique.

L'auteur expose les résultats de ses expériences.

**Électricité.** — I. — *Sur les propriétés thermo-électriques de divers alliages.* Note de M. Émile Steinmann, présentée par M. A. Cornu.

Les recherches de M. E. Steinmann ont porté sur : une série de dix aciers au nickel, de quatre platines iridiés, trois bronzes d'aluminium, cinq bronzes télégraphiques, cinq laitons, quatre maillechorts ; chaque série provenant d'une même usine.

La courbe de la force électromotrice a été déterminée par cinq points, l'une des soudures étant à 0°, l'autre dans une enceinte maintenue successivement à la température d'ébullition de l'acétone (55°), de l'alcool propylique (95°), de l'acétate d'amyle (140°), de l'orthotoluidine (195°), du benzoate d'amyle (260°).

Les conclusions à tirer de ces recherches sont les suivantes :

1° Les courbes de force électromotrice des alliages binaires sont superposées dans l'ordre des teneurs en l'un des composants (cette loi se vérifie seize fois sur 17 alliages binaires étudiés) ;

2° Les courbes de force électromotrice des alliages binaires sont comprises toutes entre entre celles des composants ou toutes en dehors de celles des composants.

Il n'est pas permis de déduire de ces deux remarques que l'alliage le plus riche en l'un des composants soit celui dont la courbe est la plus rapprochée de celle de ce composant. Le contraire arrive même le plus souvent.

Dans les alliages ternaires (maillechorts, soit laitons ou nickel) et dans les aciers au nickel, il n'y a pas de règle simple qui relie la force électromotrice à la composition chimique. On peut remarquer cependant que la présence du nickel, même à faible dose, a pour effet de rapprocher beaucoup la courbe d'un alliage de celle du nickel.

II. — *Dispositif destiné à empêcher l'interception des dépêches dans la télégraphie sans fil.* Note de M. D. Tommasi.

On sait que la télégraphie sans fil présente le grave inconvénient de ne pas assurer le secret des communications transmises, car tout appareil récepteur placé dans la zone d'action des ondes électriques émises par l'appareil transmetteur peut être influencé par ces dernières et par conséquent intercepter les messages télégraphiques.

Le dispositif que M. D. Tommasi présente à l'Académie a précisément pour but d'empêcher qu'un message lancé par l'appareil transmetteur d'un poste télégraphique puisse être déchiffré par un appareil récepteur placé en un point intermédiaire.

Ce dispositif est basé sur ce fait que la distance à laquelle les ondes électriques peuvent parvenir varie suivant que les deux sphères métalliques de l'oscillateur se trouvent plus ou moins rapprochées l'une de l'autre.

III. — *Transmissions duplex et diplex par ondes électriques.* Note de M. Albert Turpain, présentée par M. Mascart.

Le problème de la transmission télégraphique duplex a pour but de permettre entre deux postes A et B, reliés par un fil unique, la transmission d'un télégramme de A vers B en même temps que celle d'un télégramme de B vers A.

Les diverses solutions que la télégraphie par courant continu a données de ce problème (méthode différentielle, méthode du pont de Wheatstone, méthodes de Mance, d'Edison, de Muirhead, d'Ailhaud) nécessitent l'établissement en A et en B d'une ligne factice, équivalente à la ligne réelle en ce qui concerne la résistance et la capacité. L'obligation de distribuer la résistance et la capacité de la ligne factice à la manière dont elles sont distribuées sur la ligne réelle rend la construction des lignes factices délicate et coûteuse lorsque la ligne réelle est un câble sous-marin ou souterrain.

M. A. Turpain s'est proposé d'utiliser les ondes électriques à la solution du problème de la transmission duplex. La solution utilisant les ondes n'oblige pas à se servir de lignes factices ; elle est en outre plus générale que celles utilisées dans la télégraphie par courant continu.

Elle consiste à assurer la transmission de A vers B au moyen du courant emprunté à une pile à la manière usitée ordinairement en télégraphie. La transmission de B vers A s'effectue au moyen d'ondes électriques produites en B par un excitateur, concentrées sur la ligne au moyen d'un manipulateur, et qui parviennent en A à un résonateur à coupure, dans la coupure duquel on intercale une pile locale et le récepteur à influencer. On augmente la sensibilité du résonateur en disposant un cohéreur entre les deux pôles de son micromètre.

**Physique.** — *Expériences de télégraphie sans fil en ballon libre.* Note de MM. Joseph Vallot, Jean et Louis Lecarme, présentée par M. de Lapparent.

MM. J. Vallot, J. et L. Lecarme ont profité d'une ascension aérostatique faite par M. J. Vallot, dans le but de prendre part aux observations météorologiques internationales du 12 mai, pour continuer les expériences qu'ils avaient entreprises l'été dernier au mont Blanc.

L'objet de la présente expérience était de chercher s'il est possible de communiquer par le moyen des ondes hertziennes entre la terre et un ballon libre, à grande distance, et *sans aucun conducteur* reliant le récepteur avec la terre. Comme il s'agissait d'abord de savoir si des signaux pouvaient être reçus dans ces conditions, les expérimentateurs avaient placé le récepteur dans l'aérostat, laissant à terre les appareils transmetteurs, tant à cause de leur poids que du danger d'inflammation du gaz par les étincelles de la bobine.

Il semble démontré par cette expérience :

1° Que le fil de terre n'est pas indispensable au récepteur pour une transmission à grande distance ;

2° Que le ballon s'étant élevé d'abord verticalement à une grande hauteur, les signaux ont été nettement perçus, quoique les deux antennes fussent dans le prolongement l'une de l'autre, et que les plans normaux à leurs extrémités fussent parallèles et séparés par une grande distance. Il semble donc résulter de là que l'antenne, employée comme condensateur des ondes, est un appareil imparfait, puisqu'il y a des émissions dans toutes les directions ;

3° Conformément aux résultats obtenus au mont Blanc, la différence de potentiel entre les deux postes ne semble pas avoir d'influence sensible dans les conditions où l'on a opéré. G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### AGRICULTURE

**De l'emploi du nitrate de soude à la fumure de la vigne.** — Les expériences de fumure ultra-intensive de la vigne à l'aide du nitrate de soude, exécutées dans la Gironde par M. Vassillière, professeur départemental d'agriculture, et communiquées par M. H. Sagnier à la *Société nationale d'Agriculture* (bulletin de janvier 1900) n'ont malheureusement donné aucun résultat concluant, par suite de la trop grande sécheresse des années d'expériences 1898 et 1899. Cette opinion de M. Vassillière est confirmée par la présence des engrais, retrouvés dans les sillons où ils avaient été répandus en proportions suffisantes pour servir, en 1900, à de nouveaux essais.

L'expérimentateur indique cependant quelques observations d'une certaine valeur fournies par ces premières tentatives, exécutées simultanément par 20 propriétaires sur des champs d'une étendue de 12 ares dont les sols et sous-sols, l'altitude, l'exposition étaient semblables, les cépages de même âge, la conduite, la taille et la fumure antérieure identiques. Ces champs divisés en six parcelles, dont une témoin, reçurent des proportions régulièrement graduées d'engrais composé de nitrate, de sulfate de potasse et de superphosphate. Le coût de la fumure s'élevait pour chaque champ à 75 fr. 24.

Bien que l'excédent de récolte constaté soit très minime, variant de 6,89 à 12 hectolitres à l'hectare et ne compense en rien le prix de l'engrais reçu, M. Vassillière y trouve une preuve de l'action exercée par la légère quantité d'engrais dissoute par l'humidité que renfermait encore le terrain. Il constate encore que la fumure intensive, pas plus que les accroissements de rendement, n'ont exercé d'influence sur la richesse alcoolique du vin. D'après un ensemble de remarques, M. Vassillière présume que l'évaporation déterminée par la haute température de l'air concentre les sels minéraux dans les tissus de la plante au même degré qu'ils le sont dans le sol, au point que leur assimilation en est empêchée et que l'on se retrouve dans les mêmes conditions que s'il n'y avait pas de fumure.

M. Vassillière est donc d'avis de ne pas condamner encore l'emploi des fortes fumures azotées pour la vigne et il espère que des conditions climatériques plus favorables donneront, en 1900, les résultats qui ont fait défaut les années précédentes.

#### ARCHITECTURE

**La cathédrale de Saint-John the Divine (New-York).** — La cathédrale de Saint-John the Divine, dont l'*Engineering Record*, du 31 mars, décrit les travaux de construction au-dessus du sol, est située près de Morningside Park ; elle domine New-York et l'Hudson. Lorsqu'elle sera terminée, elle mesurera 158m 50 sur 90m 22, et son clocher aura une hauteur d'environ 140 mètres au-dessus du sol. Les murs et le clocher sont construits en maçonnerie de granit reposant sur des piles en béton descendant jusqu'au rocher, dans des puits dont la profondeur maximum est de 13m 70.

Les travaux sont commencés depuis près de cinq ans. La crypte est terminée ; elle est couverte par une voûte de 27m 45 de portée, dont l'extrados a été nivelé avec du béton recouvert d'asphalte pour recevoir le pavage de la nef.

Le clocher sera supporté par quatre grands arcs en granit, disposés dans un carré de 39m 60 de côté et servant de directrices à une voûte d'arête. A chaque angle du carré se trouve un pilier de 31m² 90 à la base, destiné à supporter les grands arcs, qui s'élèveront à 47m 25 au-dessus des fondations des piliers, ou à 43m 60 au-dessus du sol. Deux de ces piliers sont construits jusqu'à une hauteur de 15m 85 ; les deux autres jusqu'à 21m 35 ; l'arc que ces derniers supportent vient d'être terminé.

Les quatre grands arcs seront doubles, et chacun d'eux sera renforcé par un contrefort en arc, de 6m 55 d'ouverture et de 11m 30 de montée, reposant sur un pilier de 13m 40 de hauteur qui mesure 5m 80 sur 10m 65 à la base.

La ligne de naissance des grands arcs est à 4m 90 au-dessus de la partie supérieure des piliers de 21m 35 de hauteur. Leur portée est de 34m 75, mesurée extérieurement aux voussoirs ; elle correspond à une

ouverture libre de 26m 20. Leur épaisseur à la clef est de 4m 25.

La fonction de ces arcs est exclusivement de supporter le clocher, et ils ne seront pas visibles après l'achèvement de la construction, parce qu'il y aura, au-dessous d'eux, des arcs intérieurs en pierre tendre et un plafond en forme de dôme, qui seront supportés par des piliers placés à l'intérieur des piliers principaux, auxquels ils sont reliés par de petits arcs en maçonnerie. Le dôme, de forme hémisphérique, aura 8m 45 de rayon.

L'auteur décrit en détail l'appareillage des voûtes, la construction des cintres, la mise en place des voussoirs et la pose de la clef de voûte du premier grand arc.

### CONSTRUCTIONS CIVILES

**Mesure des variations de volume des liants hydrauliques.** — La variation de volume des liants hydrauliques, chaux, ciments, etc., est redoutable pour la stabilité des travaux, aussi cherche-t-on à la déterminer à l'avance le plus rapidement et le plus exactement possible. Cette variation étant attribuée aux expansifs, on la provoque, dans des essais de matériaux, par une immersion dans l'eau chaude de 80° à 100° ; l'hydratation des expansifs produit, au bout de quelques heures, une augmentation de volume plus ou moins considérable qu'il s'agit de mesurer.

Plusieurs méthodes ont été proposées pour pratiquer cette mesure : les unes, d'une grande précision, exigent des appareils spéciaux qui ne se rencontrent que dans les grands laboratoires ; les autres, d'un emploi plus facile, mais aussi moins rigoureuses, peuvent être appliquées sur tous les chantiers de construction. Ces dernières, les seules pratiques, comprennent la méthode des moules fendus à aiguilles de M. Le Chatelier, celle des épingles de M. Klebe et celle des pâtes sèches comprimées de MM. Prussing et Le Chatelier.

Dans quelle mesure les résultats fournis par ces méthodes rapides sont-ils comparables entre eux et quelle confiance peut-on avoir dans chacune d'elles ? C'est ce que M. Derval a cherché à déterminer par de très nombreux essais pratiqués sur des échantillons de provenances diverses. Dans une note publiée par le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de janvier 1900, il rappelle tout d'abord brièvement en quoi consistent ces méthodes ; puis il compare et discute les résultats que leur application lui a fournis.

### HYDRAULIQUE

**La station de pompes élévatoires de Mount Royal, à Baltimore (États-Unis).** — La distribution d'eau de la ville de Baltimore était assurée jusqu'ici par trois services ; le service inférieur et le service moyen étaient alimentés par gravité, le service supérieur était alimenté par une ancienne station de pompes élévatoires.

La nécessité d'accroître le service supérieur afin de mieux desservir les quartiers dépendant du service moyen et afin d'alimenter les quartiers élevés de la ville qui se développaient rapidement, exigèrent une augmentation de la puissance des pompes et, comme il n'était pas possible d'agrandir l'ancienne station, on résolut d'en construire une nouvelle. D'autre part, comme l'eau utilisée par le service moyen diminuait constamment en quantité et perdait en qualité, on décida de donner à cette nouvelle station des dimensions suffisantes pour assurer aussi tout le service moyen.

La station a donc été étudiée pour un débit maximum de 238 350 mètres cubes par jour, au moyen de trois unités pouvant fournir 79 450 mètres cubes chacune. Actuellement il n'y a que deux unités d'installées, et l'on compte qu'elles devront suffire à elles seules pour fournir la quantité d'eau maximum dont on puisse avoir besoin, la troisième unité étant destinée à servir de réserve.

L'*Engineering Record*, du 24 mars, décrit cette nouvelle station, qui est située au centre de la ville, au milieu d'un terrain d'un hectare environ de superficie. L'eau, provenant de l'un des réservoirs du service inférieur, arrive à la station par une conduite de 1m 22 de diamètre ; elle est refoulée dans le système de distribution des services moyen et supérieur, par deux conduites de 0m 91 et de 0m 61 de diamètre.

Les unités contenues dans la station sont des machines Worthington horizontales à triple expansion, pouvant vaincre une pression de 6kg 8 par centimètre carré avec de la vapeur à 10kg 5. Les cylindres à vapeur ont 0m 63, 1m 02 et 1m 83 et les cylindres à eau 0m 86 de diamètre ; leur course est de 1m 22.

La vapeur est fournie par deux batteries de deux chaudières horizontales, à tubes d'eau de 200 chevaux chacune ; on a ménagé la place de deux autres batteries, ce qui porterait la puissance totale à 1 600 chevaux. Neuf soutes à charbon, de 200 tonnes chacune, peuvent contenir une quantité de charbon suffisante pour alimenter la station pendant trois mois. Ces soutes, placées à la partie supérieure, et un transporteur, placé à la partie inférieure, assurent automatiquement l'arrivée du charbon aux chaudières et l'enlèvement des cendres.

Dans les sous-sols se trouve une installation électrique destinée à l'éclairage de la station ; deux machines à vapeur de 50 chevaux actionnent deux dynamos Sprague de 30 kilowatts.

Cette station de pompes élévatoires a coûté 2 millions de francs, y compris les dépenses d'achat du terrain qui ont été de 200 000 francs.

### MÉCANIQUE

**Pont roulant électrique de 50 tonnes des aciéries de Rombach (Allemagne).** — La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 31 mars, donne une description détaillée d'un pont roulant électrique de 50 tonnes qui a récemment été établi dans les aciéries de Rombach.

Ce pont roulant, dont la portée est de 7 mètres, est actionné par un moteur électrique de 18 chevaux tournant à 450 tours à la minute et placé à l'une de ses extrémités. Le pont roulant peut se déplacer à une vitesse de 16 mètres à la minute. Le chariot mobile peut effectuer, d'autre part, une course de deux mètres, à la vitesse réduite de 3m 10 par minute, sous l'action d'un moteur de 5 chevaux tournant à 500 tours. Enfin, la vitesse d'élévation de la charge est de 2m 95 par minute, par l'effet d'un moteur de 70 chevaux tournant à 620 tours par minute.

L'étude s'attache surtout à la description du chariot mobile et du mécanisme qui permet de faire basculer les cuves suspendues au chariot et contenant le métal en fusion.

### MÉTALLURGIE

**La concurrence sur les marchés du fer et de l'acier dans le monde, en 1899.** — Dans l'*Iron Age* du 29 mars, M. J. S. Jeans compare les exportations de fer et d'acier des principaux pays concurrents, pendant l'année 1899. Pratiquement, la concurrence est limitée à cinq pays : l'Allemagne, la Belgique, les États-Unis, la France et la Grande-Bretagne, qui ont produit, en 1899, un total de 31 991 512 tonnes de fonte, c'est-à-dire plus de 80 °/o de la production totale du monde pendant cette même année.

La Grande-Bretagne continue à être le principal exportateur de fonte ; elle en a exporté 1 379 296 tonnes, en 1899, contre 1 042 803 tonnes l'année précédente. Viennent ensuite les États-Unis, puis l'Allemagne, la France et enfin la Belgique, mais les exportations de la Grande-Bretagne seule excèdent de plus de 100 °/o celles de tous les autres pays réunis.

En ce qui concerne le fer et l'acier manufacturés, la Grande Bretagne est le seul pays dont les exportations se soient accrues en 1899. L'accroissement a été de 136 823 tonnes, correspondant à une diminution de 200 624 tonnes pour les autres pays.

L'un des points les plus caractéristiques de l'allure du marché de l'acier, dans ces derniers temps, a été l'accroissement des exportations d'acier brut, sous forme de blooms, de billettes et de lingots, accroissement qui s'est trouvé partagé entre les divers pays, mais a été particulièrement sensible pour la Grande-Bretagne, dont les exportations ont passé de 285 219 tonnes à 328 580 tonnes.

Les aciéries des États-Unis fabriquent surtout des rails et, depuis 4 ou 5 ans, leurs exportations se sont énormément développées : en 1898, elles se sont montées à 301 903 tonnes, contre 476 047 tonnes exportées par la Grande-Bretagne, 154 642 par l'Allemagne, et 82 301 tonnes par la Belgique. Mais, en 1899, ces différents pays ont considérablement réduit leurs exportations de rails, à cause de l'accroissement de leur propre consommation.

Les plaques et les tôles constituent également un article d'exportation important. On en a exporté, en 1899, 1 000 000 de tonnes, tandis que l'on n'a exporté que 880 000 tonnes de rails. La Grande-Bretagne a exporté 691 062 tonnes de plaques et tôles ; l'Allemagne, qui vient au second rang, n'en a exporté que 157 746 tonnes.

Par contre, l'Allemagne a exporté 157 314 tonnes de fils de fer, tandis que la Grande-Bretagne n'en a exporté que 49 253 tonnes et les États-Unis 11 634 tonnes.

L'auteur termine par quelques chiffres relatifs aux exportations d'acier pour construction et de vieux fers. Il y ajoute, à titre de renseignements, les exportations d'étain en plaque.

### TRAVAUX PUBLICS

**Échafaudages pour la construction des tours et des travées extrêmes (côté de Manhattan) du nouveau pont sur l'East River.** — Dans l'*Engineering News*, du 8 mars, M. C.-E. Fowler décrit en détail les échafaudages servant à la construction des tours et des travées extrêmes (côté de Manhattan) du pont suspendu que l'on construit actuellement pour relier Manhattan et Brooklyn (New-York).

La tour métallique principale, destinée à supporter les câbles du pont, repose sur une pile en maçonnerie, s'élevant à 6m 10 au-dessus du niveau des hautes eaux moyennes ; la hauteur de cette tour est de 94m 40. Les travées d'approche ne sont pas, comme pour le pont de Brooklyn, suspendues aux câbles ; elles sont supportées au moyen d'une tour ou pile métallique intermédiaire de 28m 60 de hauteur. La travée comprise entre les ancrages et cette tour intermédiaire a une longueur de 90m 40. Cette travée comporte un bras en porte-à-faux, de 18m 10 de longueur, supportant l'extrémité de la travée qui s'étend entre la tour intermédiaire et la tour principale, dont la distance d'axe en axe est de 91m 50.

### DIVERS

**Le Congo français en 1898.** — Le *Bulletin du Comité de l'Afrique française* (mars 1900) donne une longue analyse du rapport publié par le gouvernement du Congo français sur la situation de cette colonie en 1898.

Des chiffres fournis par des statistiques, il résulte qu'à cette date la colonie était presque parvenue à solder l'excédent de dépenses causé par l'extension de notre influence, tant dans le Haut-Oubangi que vers le bassin du Nil et le lac Tchad.

Une notable augmentation du mouvement commercial s'est également produite pendant cette année. Le total des importations et exportations s'est élevé à 10 539 538 francs, avec 1 690 000 francs environ d'augmentation sur l'année précédente. La plus grande partie du commerce d'exportation se fait encore avec l'étranger, avec l'Angleterre surtout. De tous les produits exportés, le caoutchouc sera certainement le plus rénumérateur, lorsque les sages mesures prises récemment auront entravé les déprédations exercées par les indigènes sur les plantes productrices et que la création de voies de communication aura abaissé le prix des transports. L'exportation des bois a légèrement diminué.

Des essais de culture ont été tentés favorablement sur le caféier, le cacaoyer, le tabac, le giroflier et la vanille. Une décroissance dans l'importation des alcools semble malheureusement être due plutôt à la contrebande qu'à la continence des indigènes.

Le rapport fournit encore d'intéressants détails sur les services des postes et de la navigation et sur la division météorologique des saisons. Une légère amélioration s'est produite dans l'état sanitaire ; le climat des régions intérieures semble préférable à celui du littoral.

L'enseignement primaire, le seul qui puisse encore être donné au Congo, est confié entièrement aux missions chrétiennes, catholiques et protestantes, qui, à cette date, entretenaient 52 écoles comptant 2 654 élèves. Malgré les cours professionnels qui y sont annexés, les indigènes, parents et enfants, n'en semblent pas encore comprendre les bienfaits.

Les grandes dépenses qui sont à prévoir pour la mise en valeur de notre colonie, enfin libérée de la période des explorations, ont amené le Commissaire général du gouvernement à demander l'autorisation de contracter, au nom du Congo français, un emprunt de 2 500 000 francs.

---

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 5. N° 938. Samedi 2 Juin 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars, à Paris. Description générale de la ligne. Traversée de la Seine et de ses abords en viaduc *(planche V)*, p. 69; A. Dumas. — **Physique industrielle** : Imperfections des cycles des moteurs thermiques. Le « Moteur économique » *(suite et fin)*, p. 79; O. Duperron. — **Mines** : Mines de lignite de Gardanne (Bouches-du-Rhône). Construction d'une galerie souterraine destinée à relier la concession à la mer *(suite)*, p. 82; H. Schmerber. — **Exposition de 1900** : Passerelle sur la Seine entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna, p. 85; Ch. Dantin; — Les Congrès à l'Exposition de 1900, p. 85.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils (18 mai 1900), p. 87. — Académie des Sciences (21 mai 1900), p. 87. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 88; — Ouvrages récemment parus, p. 88.

*Planche V :* Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Viaduc de Passy, sur la Seine.

## TRAVAUX PUBLICS

### LIGNE DE COURCELLES AU CHAMP-DE-MARS, A PARIS

**Description générale de la ligne.**
**Traversée de la Seine et de ses abords en viaduc.**

*(Planche V.)*

Parmi les moyens de transport prévus, dès l'origine, pour desservir l'Exposition universelle de 1900, se trouvait l'établissement d'une voie ferrée entre le Champ-de-Mars et une station de la rive droite de la Seine du chemin de fer de Petite-Ceinture. Jusqu'ici ce dernier n'était relié à la ligne des Moulineaux, et par suite au Champ-de-Mars, que sur la rive gauche, c'est-à-dire sur sa section la moins fréquentée, et la brusque différence de niveau qui existe entre les voies de la ligne des Moulineaux et celles du viaduc du Point-du-Jour, rendait impossible un pareil raccordement avec la rive droite de la Petite-Ceinture en ce point (fig. 2).

Cette circonstance mit un obstacle presque absolu à l'organisation de trains rendant de sérieux services pour desservir l'Exposition de 1889 au moyen de cette dernière ligne, et c'est pour y remédier que la Compagnie de l'Ouest vient de construire une ligne reliant directement le Champ-de-Mars à la rive droite de la Petite-Ceinture (fig. 2 et 3). D'autre part, la ligne des Moulineaux ayant été prolongée jusqu'à l'Esplanade des Invalides, où a été également établie une grande gare, on voit que cette ligne de raccordement permet de se rendre sans changer de train, d'un point quelconque de la Petite-Ceinture, et plus particulièrement de la gare Saint-Lazare et de la gare du Nord, dans les deux grandes gares de l'Exposition.

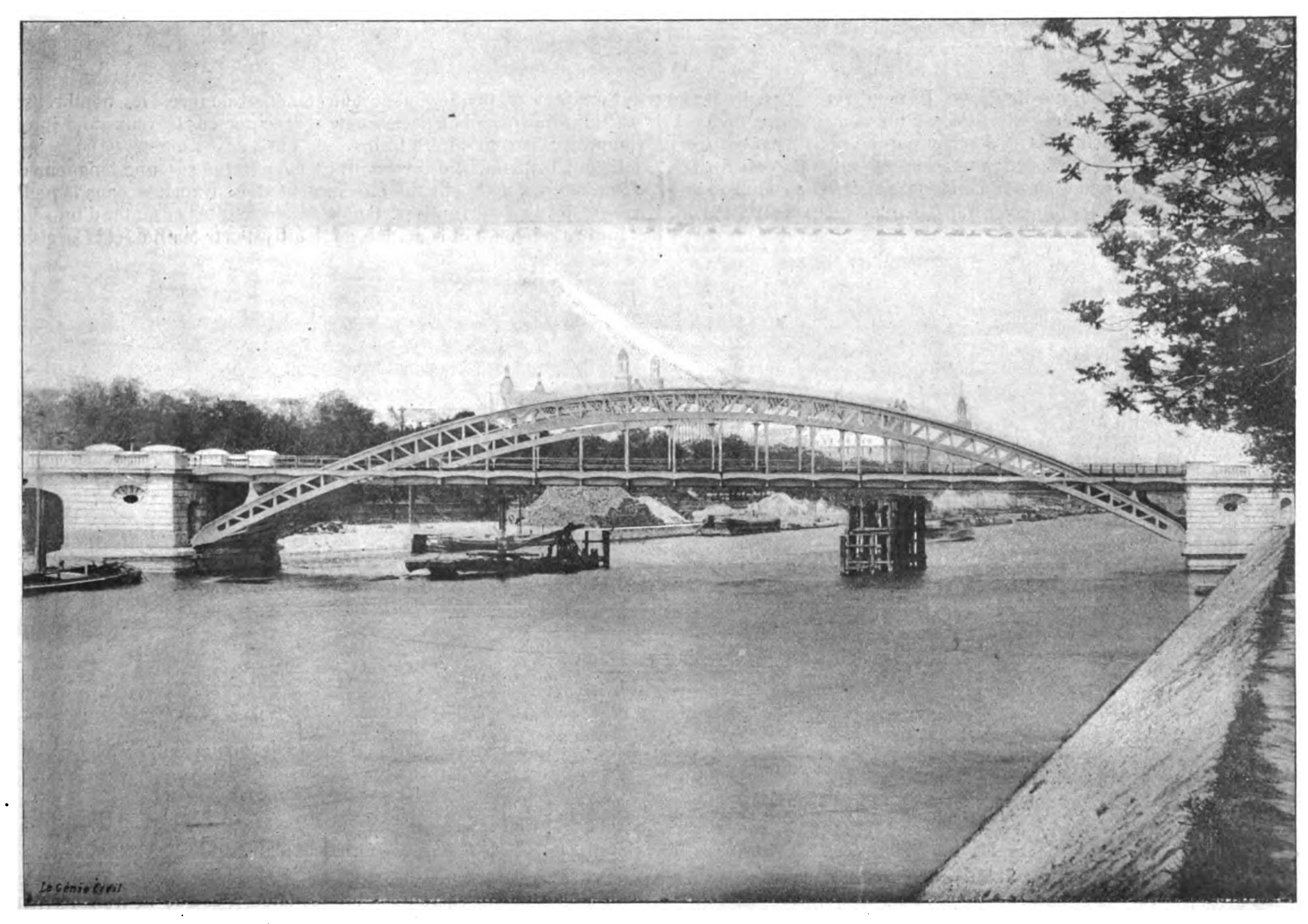



Fig. 1. — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Vue générale du viaduc sur le grand bras de la Seine, prise de l'aval.

Quoique cette ligne, qui a été inaugurée le 12 avril dernier, ne se détache de la Petite-Ceinture qu'entre les stations de l'Avenue du Trocadéro et de Passy, elle porte cependant le nom de ligne de Courcelles au Champ-de-Mars. Cela tient à ce que la section du chemin de fer d'Auteuil-Ceinture comprise entre la station de Courcelles et Passy était déjà chargée d'un trafic tellement intense qu'on n'aurait pu l'accroître sans compromettre la sécurité de l'exploitation. Pour éviter cet

inconvénient, on a jugé nécessaire de recourir au doublement des voies de cette section c'est-à-dire porter leur nombre de deux à quatre, de sorte que, en définitive, c'est bien à Courcelles que la nouvelle ligne a sa véritable origine et c'est en ce point qu'elle reçoit les trains venant soit de la gare Saint-Lazare, soit de la Petite-Ceinture.

Nous avons précédemment donné une description assez détaillée de cette ligne [1] et signalé d'une façon toute spéciale [2] deux des travaux les plus importants qu'elle comporte : la traversée des voies d'Auteuil Petite-Ceinture à la station de l'Avenue du Trocadéro pour aller se souder à la ligne des Moulineaux sur la rive gauche de la Seine, un peu avant d'arriver au Champ-de-Mars.

1° Section comprise entre Courcelles et la Station de l'Avenue du Trocadéro. — Nous nous bornerons, en ce qui concerne cette section, à rappeler comment le quadruplement des voies a été obtenu, nous réservant de revenir plus tard sur les procédés d'exécution employés,

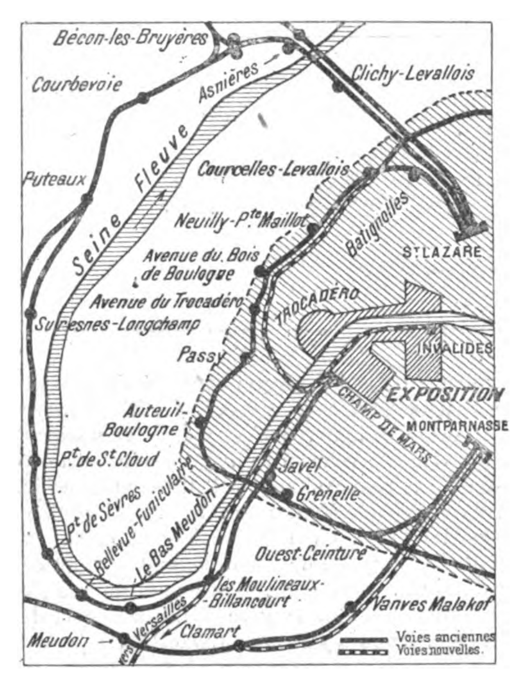



Fig. 2. — Carte schématique de la Petite-Ceinture et des nouvelles lignes urbaines.

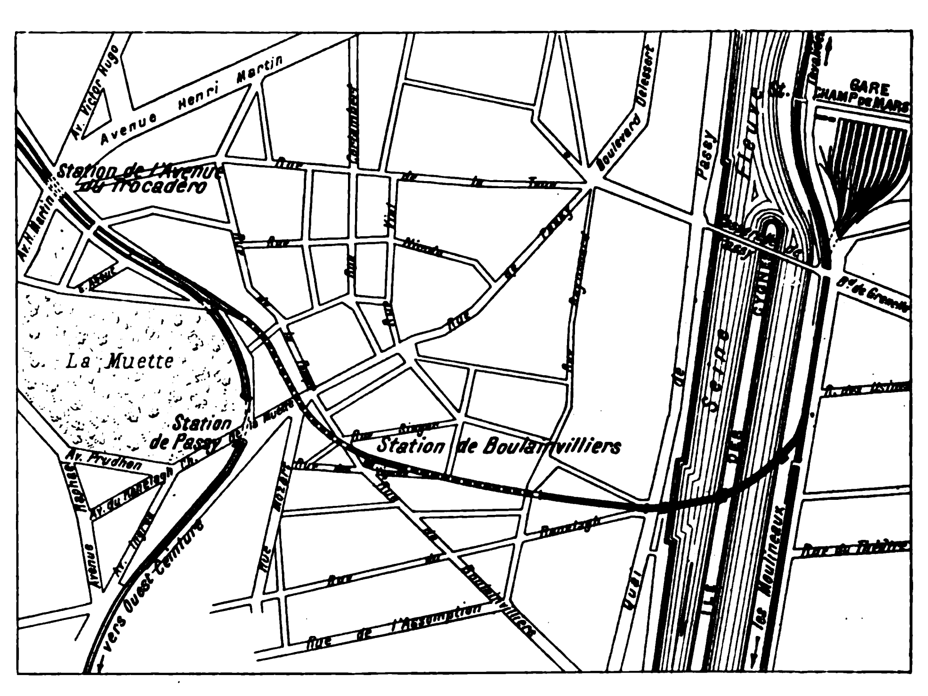



Fig. 3. — Tracé de la ligne Courcelles - Champ-de-Mars.

et la construction du tunnel de Passy. Il nous reste à parler de la traversée de la Seine qui a été effectuée par un viaduc remarquable à divers titres, et c'est surtout de sa description que nous nous occuperons ici. Toutefois nous rappellerons, auparavant, les principales caractéristiques de la ligne, en donnant quelques détails complémentaires sur certaines dispositions plus particulièrement heureuses ou originales.

qui ont été particulièrement délicats, étant données les nombreuses sujétions qu'entraînait la nécessité d'exécuter ces travaux sans interrompre la circulation des trains.

Ce quadruplement des voies, qui a été effectué sur une longueur de 3 600 mètres, a été obtenu en élargissant la tranchée dans laquelle passent les voies primitives, tantôt des deux côtés et tantôt d'un seul.

Entre Courcelles et la station de Neuilly-Porte-Maillot, cet élargisse-

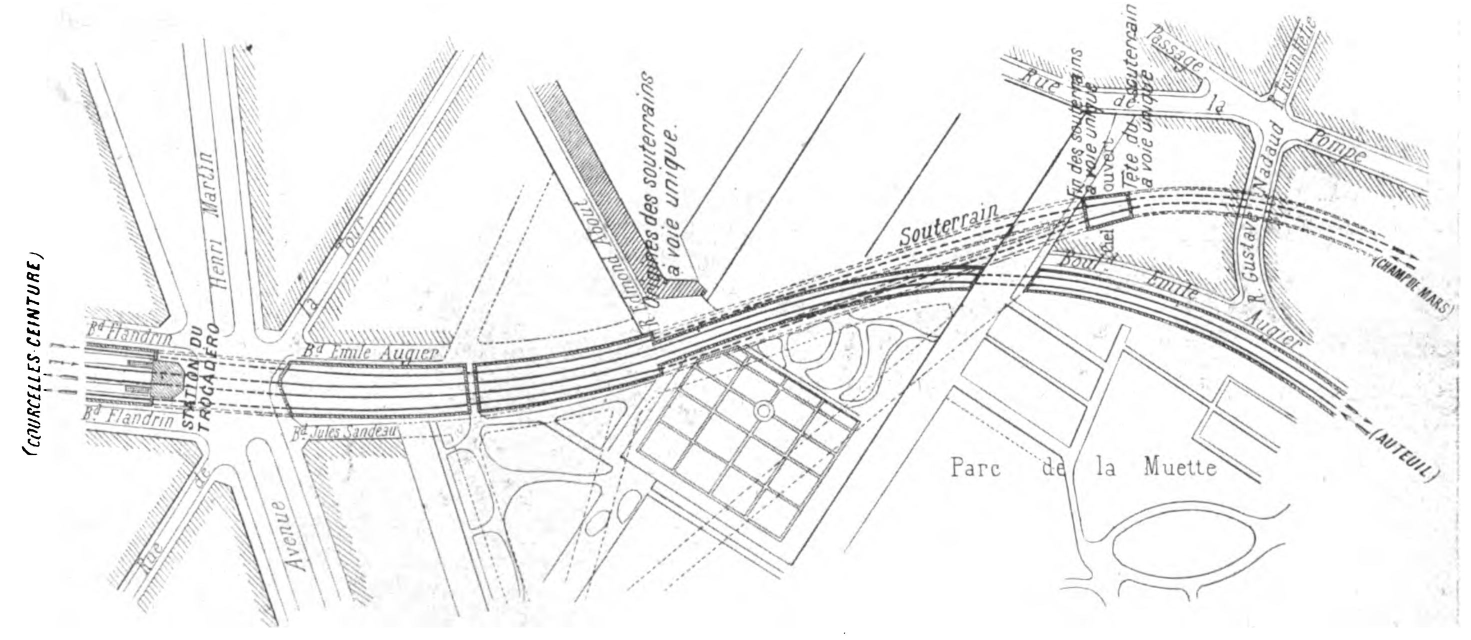



Fig. 4. — Plan de la traversée de la ligne d'Auteuil-Ceinture par la ligne Courcelles - Champ-de-Mars.

**Description générale de la ligne.** — Nous avons vu que la ligne Courcelles-Champ-de-Mars comprend deux sections bien distinctes :

L'une comprise entre les stations de Courcelles et de l'Avenue du Trocadéro du chemin de fer de Petite-Ceinture, suivant le même tracé et étant simplement obtenue en portant de deux à quatre le nombre des voies de ce chemin de fer;

L'autre ayant, au contraire, un tracé propre se détachant de la

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 1, p. 1.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 26, p. 417.

ment a été obtenu en remplaçant les talus à 45° de la tranchée par des murs de soutènement verticaux qui ont permis de gagner l'emplacement des nouvelles voies. En certains points il a été nécessaire, par suite du manque d'espace, de disposer les trottoirs du boulevard Péreire en encorbellement; ces trottoirs ont alors été exécutés en béton armé, ainsi que les consoles les supportant.

Entre la Porte-Maillot et la station de l'Avenue du Bois-de-Boulogne, l'élargissement de la tranchée a été, au contraire, réalisé tout entier du côté des fortifications, afin d'éviter les expropriations onéreuses qu'aurait nécessitées un élargissement du côté des habitations.

Enfin, entre l'Avenue du Bois-de-Boulogne et la station de l'Avenue du Trocadéro, l'élargissement a été de nouveau réalisé en remplaçant les deux talus de l'ancienne tranchée par des murs de soutènement verticaux.

Le quadruplement des voies étant ainsi effectué, les trains s'éloignant de la gare Saint-Lazare prennent les deux voies de gauche, dites

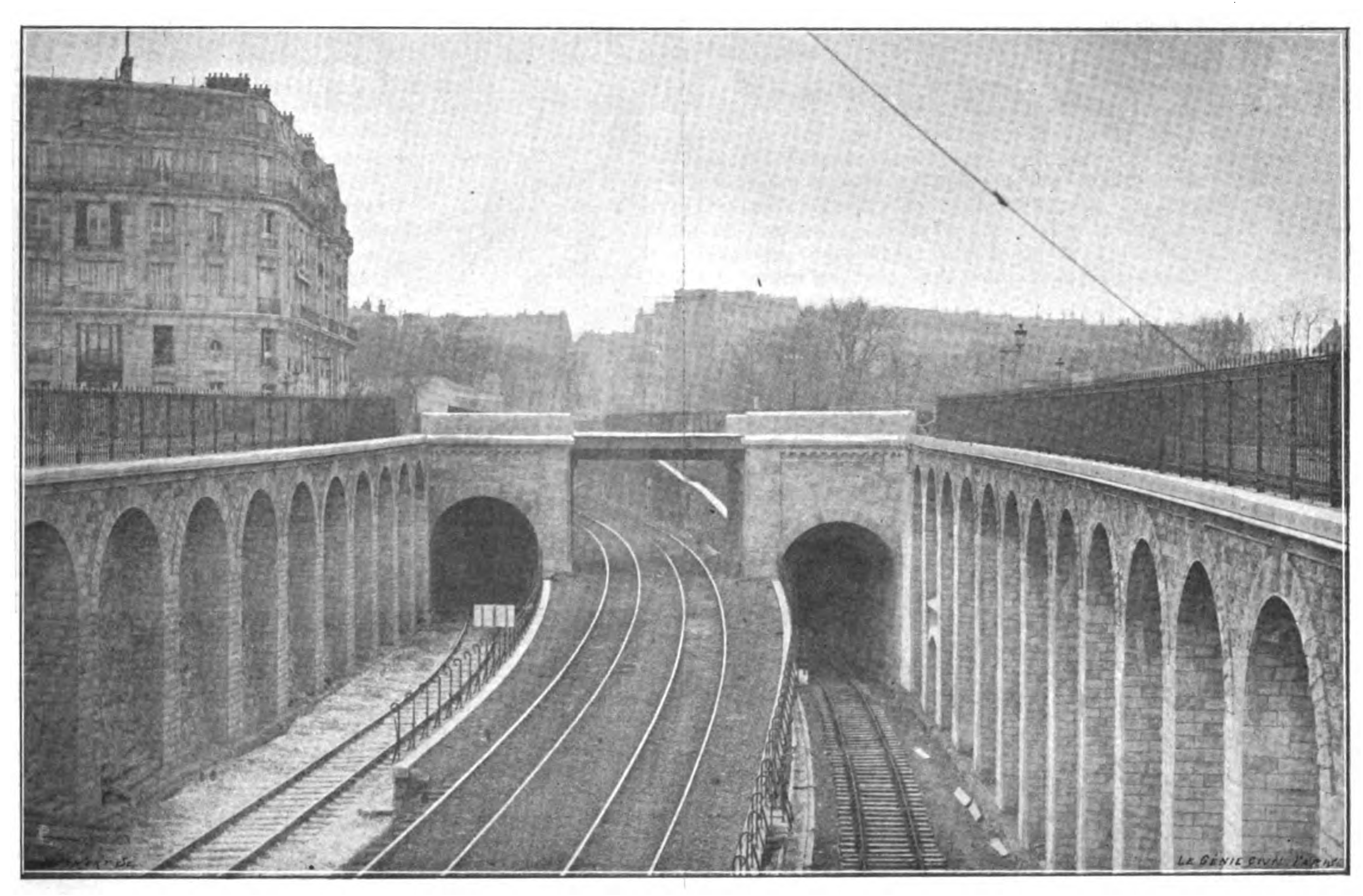


Fig. 5. — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Vue de l'origine des tunnels à voie unique.

voies descendantes (fig. 3), tandis que les trains se dirigeant vers cette gare prennent les deux voies de droite, dites voies montantes. Il en résulte qu'au point de séparation des deux lignes, les voies de la nouvelle se trouvent une de chaque côté de l'ancienne, de sorte qu'il est nécessaire de faire passer la voie montante de la ligne Courcelles-Champ-de-Mars sous les voies de la ligne Auteuil-Ceinture.

2° Section comprise entre la ligne d'Auteuil-Ceinture et la ligne des Moulineaux. — *Tracé.* — La nouvelle ligne se détache en un point par-

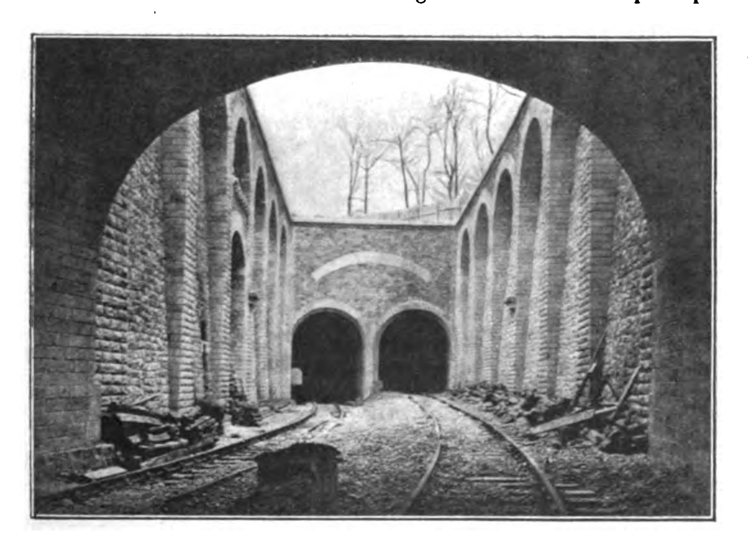


Fig. 6. — Vue de l'extrémité des tunnels à voie unique, prise de l'intérieur du tunnel à double voie.

ticulièrement bien choisi de la ligne d'Auteuil-Ceinture. On voit, en effet (fig. 4), que le détachement en plan se fait tangentiellement à une inflexion de l'ancienne ligne; de plus cette dernière monte, à partir de la station de l'Avenue du Trocadéro, avec une rampe de 0m 01 par mètre de sorte qu'en faisant descendre le profil de la nouvelle voie montante avec une pente de 0m01 on obtient, avec un parcours relativement faible, une différence de niveau suffisante, entre les deux lignes, pour permettre à la voie montante du Champ-de-Mars de passer sous les voies de la ligne d'Auteuil-Ceinture.

L'exécution de ce passage souterrain sous une ligne donnant lieu à un trafic extrêmement intense a présenté de grandes difficultés : d'une part, à cause du biais sous lequel se fait la traversée, qui n'est que de 14° et porte la longueur de cette traversée à 75 mètres; d'autre part, à cause du passage à une profondeur strictement minimum qui n'a laissé que 0m68 de hauteur entre l'extrados de la voûte construite pour le passage de la nouvelle voie et le niveau du rail des voies de la ligne d'Auteuil-Ceinture.



Fig. 7. — Tête du tunnel à double voie, du côté de la rue Raynouard.

Nous ne reviendrons pas sur l'exécution de ce travail délicat qui a déjà été décrit dans le *Génie Civil* [1]. Nous nous bornerons à dire que cette voûte a été construite, sur forme de terre, par anneaux successifs, au nombre de 25 pour toute la longueur de la traversée. Malgré les sujétions de toutes sortes qu'a présentées un pareil travail,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 26, p. 417.

exécuté sans interrompre le trafic d'une ligne sur laquelle circulent, tant dans un sens que dans l'autre, environ 400 trains par 24 heures, on n'a eu à déplorer aucun accident.

Après avoir parcouru, dans un souterrain propre à chacune d'elles (fig. 5 et 6), l'une 220 mètres, l'autre 230 mètres, les deux voies de la nouvelle ligne se dirigeant vers le Champ de-Mars arrivent ensemble dans une même tranchée à ciel ouvert longue seulement de 50 mètres, puis elles entrent dans un tunnel unique qui longe la rue de la Pompe, passe sous la rencontre de la Chaussée de la Muette et de la rue Mozart, sous la rue Bois-le-Vent, et débouche dans la station de Boulainvilliers (fig. 9 à 16), après un parcours de 370 mètres.

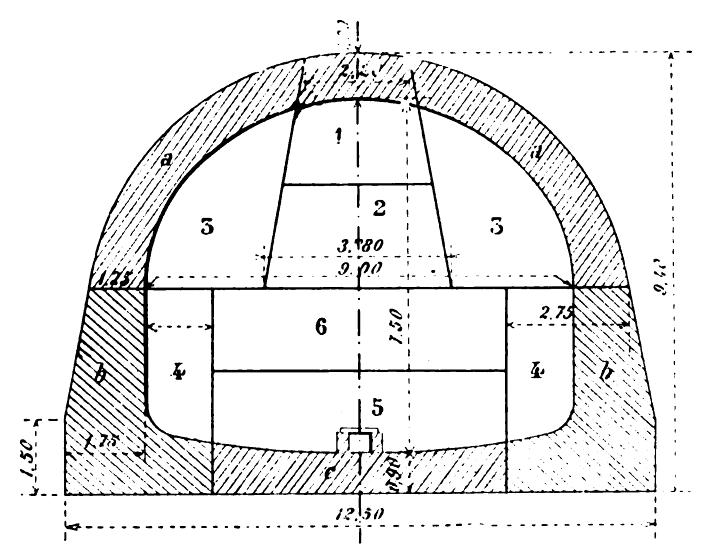



Fig. 8. — Coupe montrant les différentes phases d'exécution du tunnel.

A la sortie de cette station, établie en tranchée ouverte et sur laquelle nous reviendrons plus loin, le souterrain recommence, passe sous l'établissement d'instruction des Frères de Passy et se termine, après un nouveau parcours de 327 mètres, un peu après avoir traversé la rue Raynouard (fig. 7).

Le restant de la ligne est à ciel ouvert et franchit la Seine par un grand viaduc (fig. 15 à 21), composé de différentes parties que nous décrirons dans la seconde partie de cette étude.

La longueur totale de la nouvelle ligne est de 2 250 mètres.



Fig. 9. — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Façade sur la rue de la station de Boulainvilliers.

*Tunnel de Passy.* — Nous ne reviendrons pas sur les procédés d'exécution du grand tunnel de Passy qui ont déjà été décrits dans le *Génie Civil*[1], mais nous rappellerons ses dimensions principales et les difficultés que l'on a eu à vaincre.

Les principales données relatives à ce tunnel (fig. 8) sont les suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hauteur du rail à l'intrados | | mètres | 6,50 |
| Largeur entre piédroits | | — | 9 » |
| Épaisseur de la voûte.. | à la clef | — | 1 » |
| | aux naissances | — | 1,25 |
| Épaisseur des piédroits.. | aux naissances | — | 1,25 |
| | à la base | — | 1,75 |
| Épaisseur du radier sur l'axe | | — | 0,90 |
| Hauteur du ballast sur l'axe | | — | 1 » |
| Cube des déblais par mètre courant de souterrain envir. | | mètres cubes | 100 |
| Cube des maçonneries | | — | 39 |

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 26, p. 419.

Ce tunnel est percé dans des bancs calcaires sur sa partie supérieure, mais un peu au-dessous des naissances de la voûte, le calcaire fait place à l'argile plastique qui présente une couche de très grande épaisseur reposant sur une marne à rognons siliceux. Cette circonstance a obligé à employer des boisages extrêmement onéreux et à modifier fréquemment la marche adoptée pour le creusement du tunnel et l'exécution de la voûte.

La figure 8 résume les phases successives de ces travaux. En général on a enlevé le grand stross tout entier en l'attaquant par la partie

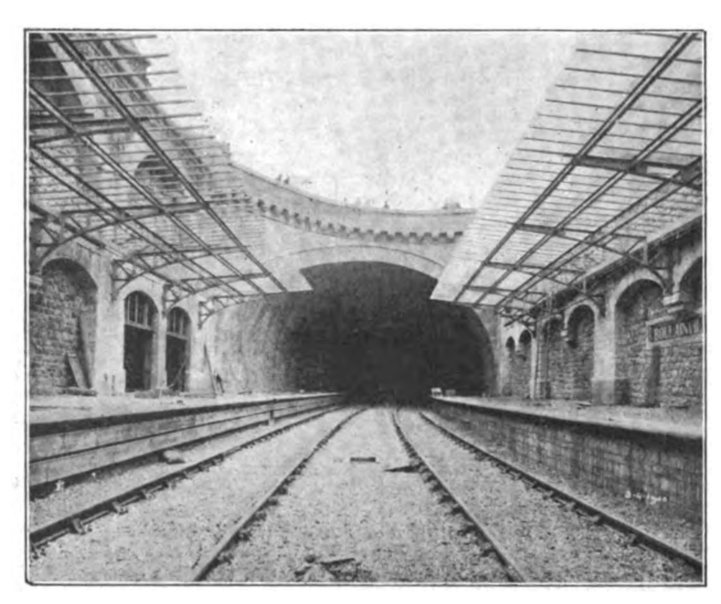


Fig. 10. — Sortie du tunnel à double voie dans la station de Boulainvilliers.

supérieure ; mais, dans les endroits délicats, des parties de radier de 3 mètres de longueur ont été préalablement construites en galerie, de distance en distance, afin d'entretoiser les piédroits. C'est pour cela que sur la figure 8 la phase 5 est indiquée au-dessous de la phase 6.

Rappelons, enfin, que pour boucher tous les vides compris entre le plafond des déblais et l'extrados de la voûte, et dans le but de donner de la cohésion aux couches de calcaire disloquées, on a pratiqué des injections de mortier de ciment au moyen de tuyaux de 0m05 de diamètre intérieur, noyés dans l'épaisseur de la voûte pendant l'exécution des maçonneries.

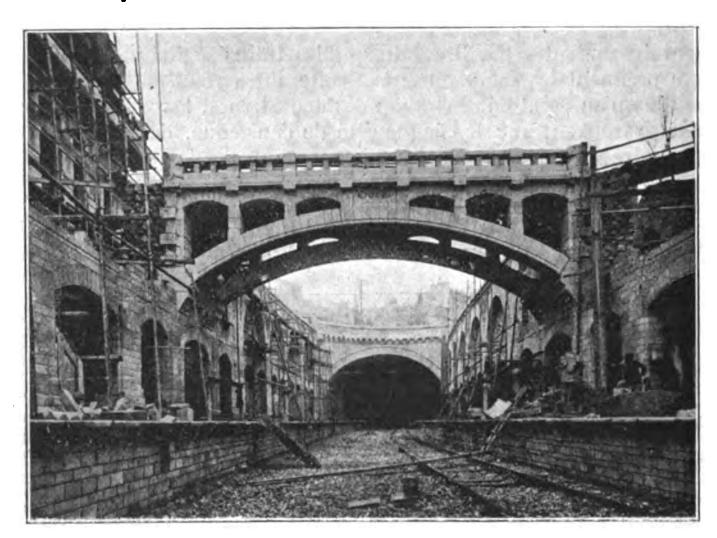


Fig. 11. — Passerelle de la station de Boulainvilliers.

Des ventilateurs avaient été prévus éventuellement pour assurer la ventilation de chacune des sections de ce tunnel, mais il a été reconnu qu'il était inutile de recourir à leur emploi et que la ventilation naturelle était parfaitement suffisante.

Par suite des grandes difficultés qu'a présentées la construction de cet ouvrage, le prix de revient du mètre courant a été d'environ 3 000 francs.

*Station de Boulainvilliers.* — Entre les deux tronçons du tunnel à double voie se trouve, comme nous l'avons déjàvu, une station intermédiaire, dite de Boulainvilliers; la seule, du reste, de toute la ligne. Une autre station est bien projetée au quai de Passy, mais elle n'est pas encore construite.

La station de Boulainvilliers (fig. 9 à 16) est établie en tranchée ouverte de 110 mètres de longueur sur l'espace compris entre la rue de Boulainvilliers, la rue des Vignes, la rue et le passage Singer.

Les têtes du souterrain sur la station ont été élargies (fig. 10), afin de permettre de donner plus de longueur aux quais à voyageurs qui pénètrent de 20 mètres sous chaque voûte. La hauteur des voûtes a, d'ailleurs, également été augmentée afin de donner le plus d'air et de lumière possible aux deux extrémités de la station.

Les parois de la tranchée sont revêtues par des murs en meulière de 0m 40 d'épaisseur seulement, en retrait sur une série de piliers portant des arcades en plein cintre. Ce mode de construction, dont il a également été fait usage dans plusieurs tranchées de la même ligne, présente un bel effet architectural tout en restant économique. Dans la station de Boulainvilliers les piliers et les arcades sont constitués avec de la pierre blanche d'Euville afin de rendre la gare aussi claire que possible.

Le bâtiment de la station est situé au-dessus et au dehors de la tranchée, du côté de la voie montante, à l'angle des rues de Boulainvilliers et des Vignes. Il comporte un rez-de-chaussée comprenant un vestibule et des bureaux et un 1er étage affecté au logement du chef de gare.

De ce bâtiment on accède au quai à voyageurs de la voie montante par un escalier direct et à celui de la voie descendante par un autre escalier situé à l'extrémité d'une passerelle passant par-dessus les voies.

Cette passerelle (fig. 11 à 15), de 15 mètres de portée, est constituée par deux arcs en maçonnerie de 1 mètre de largeur surmontés de tympans ajourés supportant des fers à double T qui servent d'appui à des voûtelettes en briques sur lesquelles repose le tablier qui a 4 mètres de largeur entre parapets. Ces parapets sont en pierre de taille avec motifs décoratifs en grès qui achèvent de donner à ce petit ouvrage un caractère architectural du plus heureux effet.

Le vestibule du bâtiment des voyageurs se trouve prolongé par un hall couvert qui le relie à la passerelle, laquelle sera également couverte ainsi que les escaliers.

Sous ce hall couvert, du côté de la passerelle opposé aux escaliers, sont prévus des ascenseurs qui doivent être prochainement installés et dont on comprendra l'utilité en remarquant que la hauteur entre les quais à voyageurs et le sol de la station atteint 9 mètres.

Ces quais ont 4 mètres de largeur et 150 mètres de longueur. Ils pénètrent ainsi que nous l'avons déjà dit, d'environ 20 mètres sous chacun des tunnels qui se trouvent à leurs extrémités et sont recouverts par des marquises vitrées en fer forgé fixées aux arcades des murs de soutènement.

Des cabinets d'aisance, avec installation au tout à-l'égout, sont ménagés, sur chaque quai, dans un évidement réservé dans les arcades, et une pompe centrifuge, mue par un moteur électrique, opère automatiquement la vidange des fosses et conduit leurs matières à l'égout.

D'autres voûtes pratiquées dans les murs de soutènement constituent des locaux affectés au service ou servent de salle d'attente pour les voyageurs.

Ainsi qu'on peut en juger par les vues que nous reproduisons (fig. 9 à 12), la partie architecturale de la station de Boulainvilliers a été traitée avec beaucoup de goût, tant dans son ensemble que dans les détails. Le bâtiment des voyageurs, mélange de style roman et de style moderne du plus heureux effet, présente l'aspect d'une très élégante villa et s'harmonise bien avec les riches constructions de ce quartier. La passerelle qui relie les deux quais a un caractère de légèreté, peu commun dans les voûtes en maçonnerie, et l'ensemble de la station témoigne d'une recherche artistique dans laquelle son auteur a parfaitement réussi.




Fig. 12. — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Vue générale de la station de Boulainvilliers, prise du côté de Courcelles.

Cette recherche se retrouve d'ailleurs dans tous les ouvrages de la ligne Courcelles-Champ-de-Mars qui ont tous été traités avec beaucoup de goût et d'à-propos, montrant ainsi que l'Ingénieur chargé de cette ligne, M. A. Bonnet, Ingénieur des Ponts et Chaussées, est en même temps un architecte de beaucoup de talent.

Il nous paraît d'autant plus utile de faire cette constatation que le grand viaduc sur la Seine que nous allons maintenant décrire, présente un aspect qui est peut-être loin de satisfaire tout le monde, à cause de son arc surhaussé qui brise la perspective de la Seine. Les nombreuses preuves qu'a données M. Bonnet de son goût sûr et affiné sont le meilleur garant qu'il n'a pas choisi cette solution de gaîté de cœur, mais qu'elle lui a été imposée par les circonstances et qu'il a su, au contraire, en tirer le meilleur parti possible et résoudre avec un réel succès un problème particulièrement ingrat.

**Traversée de la Seine et de ses abords en viaduc.** — A sa sortie du tunnel la ligne se prolonge d'abord par un grand remblai d'environ 100 mètres de longueur, puis par un ensemble d'ouvrages se composant de (fig. 1 et 2, pl. V) :

1° Cinq arcades en maçonnerie de 5 mètres d'ouverture, entre les rues Guillou et du Ranelagh ;

2° Un tablier métallique en arc de 20 mètres de portée, à la traversée du quai de Passy ;

3° Trois arcades en maçonnerie de 20 mètres d'ouverture, sur le bas-port de Passy ;

4° Un viaduc métallique de 85m 71 de portée, sur le grand bras de de la Seine (fig. 1) ;

5° Un motif en maçonnerie avec une arche centrale de 6m 60 d'ouverture, sur l'île des Cygnes (fig. 29) ;

6° Un viaduc métallique de trois travées solidaires de 28m 38 et 28 mètres de portée, sur le petit bras de la Seine (fig. 22) ;

7° Un tablier métallique de 13 mètres de portée, sur le bas-port de Grenelle (fig. 28).

La longueur totale de cet ensemble d'ouvrages, entre les culées extrêmes, est de 370 mètres.

sont trop élastiques sous le passage des lourdes charges et, de plus, le freinage des trains engendre des efforts qui soumettent le métal à un travail auquel il ne serait pas prudent de soumettre des arcs de 85m 71 de portée comme ceux dont il s'agit ici.

Enfin, la courbe que forme en ce point le tracé de la ligne a obligé de donner au pont un biais de 67 degrés qui aurait rendu presque impossible l'établissement d'un pont suspendu rigide du genre de ceux si répandus en Amérique et dont l'aspect décoratif est généralement très satisfaisant.

Cependant il y avait grand intérêt à ne pas rompre la perspective de la Seine par un ouvrage faisant une saillie trop massive sur l'horizon et ce motif suffisait, à lui seul, pour écarter l'idée d'un pont à poutres droites, car, quelle qu'eût été la grandeur des mailles du treillis, l'ouvrage aurait eu un aspect lourd et peu décoratif.

Après de nombreuses recherches, la Compagnie de l'Ouest a adopté un type de pont en arc (fig. 1), analogue à celui construit, il y a

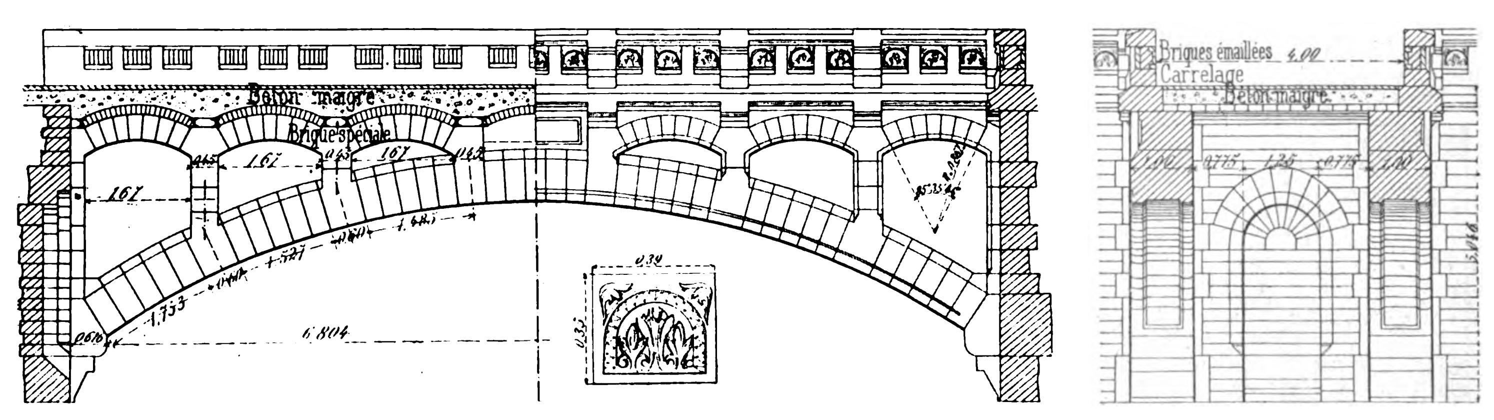



Fig. 13, 14 et 15. — Demi-coupe, demi-élévation et coupe transversale de la passerelle de la station de Boulainvilliers.

Nous n'entrerons pas dans la description détaillée de tous ces différents ouvrages, mais nous donnerons celle du viaduc sur le grand bras de la Seine qui constitue un ouvrage très remarquable et d'un type nouveau, tout au moins en France. Nous dirons également quelques mots du viaduc sur le petit bras de la Seine.

Auparavant nous ferons remarquer que tous les ouvrages énumérés ci-dessus ont été établis sur des terrains d'alluvions qui ont nécessité des fondations onéreuses et assez délicates. Les piles en rivière et les culées des grands ouvrages ont été fondées à l'air comprimé, tandis que les différentes arcades en maçonnerie ont été fondées sur pilotis, ainsi qu'on le voit sur la figure 1 (pl. V).

quelques années, sur le canal de Kiel, à Grunenthal, et dans lequel le tablier se trouve, à peu près à mi-hauteur, entre la corde et la clef de l'arc. Ce tablier est donc suspendu à l'arc dans la partie centrale, tandis qu'il est au contraire placé au-dessus de cet arc aux extrémités. A ce point de vue, c'est une disposition semblable à celle qui a été adoptée pour l'arche centrale de la passerelle construite pour le service de l'Exposition, entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna, et décrite dans le dernier numéro du *Génie Civil*.

*Dispositions générales*. — Le pont est constitué par deux fermes principales en arc, articulées aux naissances, ayant 85m 712 d'axe en

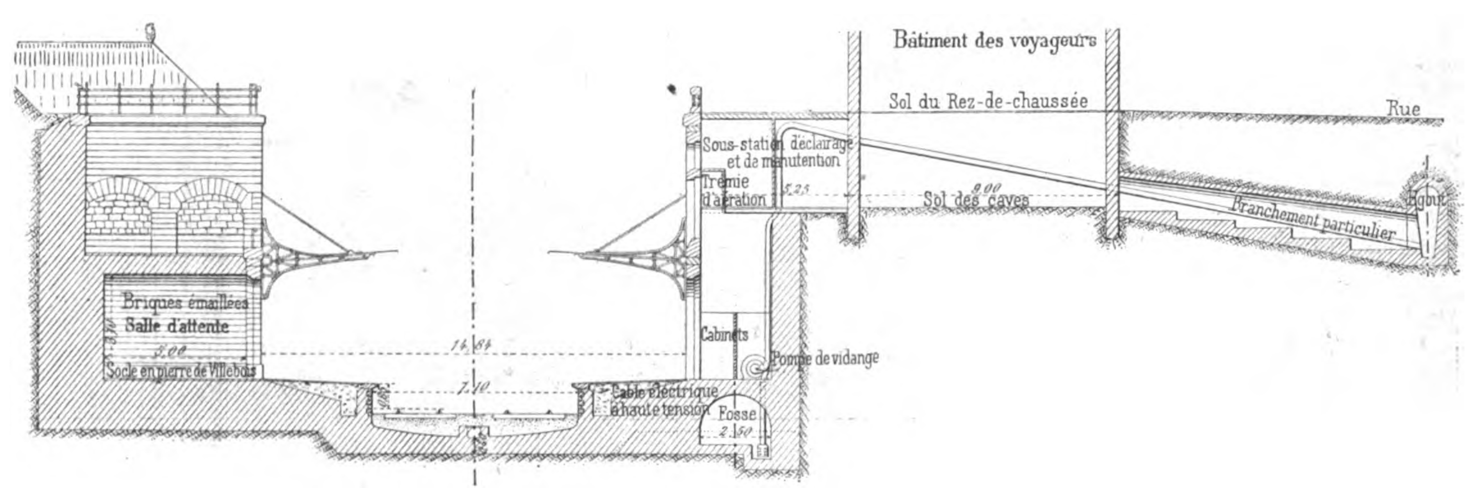



Fig. 16. — Coupe transversale de la station de Boulainvilliers.

Viaduc sur le grand bras de la Seine. — La traversée du grand bras de la Seine a nécessité l'adoption d'un pont de type spécial par suite des exigences multiples et souvent contradictoires auxquelles cet ouvrage doit satisfaire. En effet, pour ne pas créer d'obstacle à la navigation par l'établissement de piles en rivière, il a fallu franchir la voie navigable par un pont d'une seule portée. D'autre part la nouvelle ligne se soudant, presque aussitôt après le passage de ce pont avec la ligne des Invalides-Moulineaux, qui est établie peu au-dessus du niveau normal de la Seine, on manquait de la hauteur nécessaire pour constituer ce pont au moyen d'arcs placés au-dessous du tablier.

Le surbaissement de ces arcs aurait dû, en effet, atteindre $^1/_{17}$ et cette solution, admissible pour un pont-route comme le pont Alexandre III, ne présente pas des garanties de solidité suffisantes pour un pont de chemin de fer sur lequel doivent circuler des trains susceptibles d'être arrêtés instantanément. Les arcs trop surbaissés

axe des rotules et portant le tablier destiné au passage de deux voies.

Ces arcs, espacés de 9m 710 d'axe en axe, sont à treillis, en forme de croissant, avec fibre moyenne parabolique ayant 12 mètres de flèche, soit un surbaissement de $^1/_{7,14}$. La forme parabolique (fig. 3, pl. V) est de toutes les formes celle qui assure la plus grande rigidité, parce qu'elle réduit au minimum les moments fléchissants et, par suite, les déformations qui sont dues en grande partie à ces moments. Les arcs reposent par des rotules en acier sur des appuis également en acier, à large base, étudiés pour assurer une répartition uniforme des pressions sur les maçonneries.

Le tablier est supporté par l'arc au moyen de montants de suspension, mais des dispositions spéciales rendent ce tablier indépendant des arcs afin d'éviter qu'il modifie les conditions de résistance de ces derniers en agissant comme tirant et en leur transmettant les efforts longitudinaux auxquels peut donner lieu la dilatation.

A cet effet on a supprimé les points d'attache directs du tablier sur

les arcs là où ceux-ci sont coupés par le tablier. Les pièces de pont s'attachent en ces endroits sur les longerons de bordure qui sont renforcés dans ce but et franchissent tout l'espace occupé par les arcs en élévation (fig. 5 à 10, pl. V).

Dans la partie centrale, le tablier est suspendu aux arcs par des montants à parois pleines, espacés de 4 mètres, qui ont une très grande largeur dans le sens transversal du pont et qui constituent ainsi des entretoisements robustes pour les arcs. Dans le sens longitudinal, au contraire, ces montants ont une très faible épaisseur et présentent une grande élasticité de manière à rendre possible la dilatation longitudinale du tablier sans transmission d'efforts importants aux arcs. Cette faible épaisseur n'enlève rien à la résistance transversale des montants au flambage et elle a l'avantage de donner un aspect de légèreté à l'ouvrage vu de face.

Dans le voisinage des culées, le tablier repose au moyen de plaques supprimés, la raideur propre des arcs est bien plus que suffisante pour les rendre indéformables.

Dans toute la partie centrale, partout où la hauteur le permettait, les arcs ont été réunis deux à deux par des entretoises verticales à treillis et par un double système de contreventement horizontal (fig. 5, pl. V).

Vers les retombées, jusqu'au point de rencontre des arcs avec le tablier, on a disposé également des entretoises verticales à treillis avec un double système de contreventement.

Le tablier constitue un ensemble d'une grande rigidité transversale; tous les longerons sont continus suivant le type de la Compagnie de l'Ouest, c'est-à-dire avec semelles de continuité au passage des pièces de pont.

Le tablier est en tôle pleine : un système de contreventement horizontal calculé pour résister par lui-même à tous les efforts horizontaux du vent, sans tenir compte de la résistance du plancher en tôle,



FIG. 17. — LIGNE DE COURCELLES AU CHAMP-DE-MARS : Viaduc sur le grand bras de la Seine; vue prise le 18 décembre 1899 pendant une embâcle de glaces.

de glissement sur les entretoises de l'arc, sur lesquelles il est guidé dans le sens longitudinal au moyen de cornières.

Les arcs ont une largeur de semelle de 1 mètre. Cette grande lar-

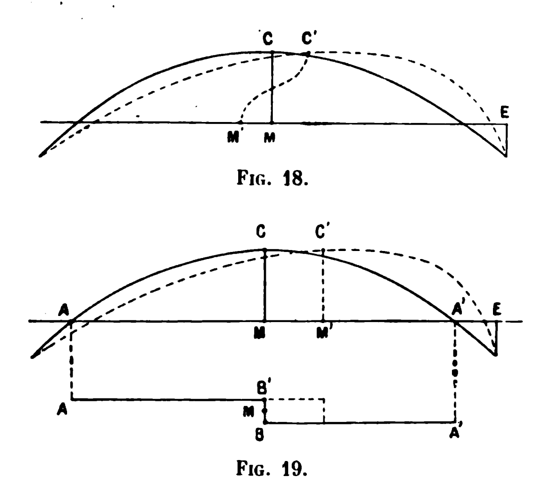



FIG. 18.

FIG. 19.

geur leur donne, indépendamment des contreventements et des entretoisements, une grande raideur transversale et les calculs montrent que, dans la partie où les entretoisements supérieurs sont constitue avec les deux longerons de bordure qui servent de membrures, une poutre horizontale de 8m 10 de hauteur qui s'oppose à toute déformation transversale du pont, soit sous l'influence du vent, soit sous l'action du passage des trains.

Les charges dissymétriques ont pour effet de déformer les arcs et produisent des déplacements longitudinaux de la clef. Le tablier de son côté se dilate sous l'influence de la température ; quand ces deux effets se contrarient les efforts de flexion dans les montants de suspension des arcs peuvent être considérables.

Considérons le diagramme représenté par la figure 18. Le côté gauche étant chargé, la clef C viendra en C' ; si le tablier est fixé en E sur la culée, son milieu M, sous l'influence de la dilatation, viendra en M' et le montant de suspension CM travaillera à la flexion et se déformera suivant C'M'.

Une disposition nouvelle a permis de faire disparaître cet inconvénient en obligeant le milieu du tablier M à se déplacer avec les arcs et en rendant mobiles ses deux extrémités au moyen d'appareils à rouleaux.

Le tablier porte en son milieu et sur chacun de ses côtés, un axe fixe M (fig. 19) et un levier BB' mobile autour de cet axe. Les extrémités de ces leviers sont reliées aux arcs par des tirants.

La disposition de ces tirants permet aux points A et A' de se déplacer l'un par rapport à l'autre ; la répartition intérieure des efforts dans les arcs ne se trouve par suite pas changée comme elle le serait par un tirant droit sans articulation et le milieu M du tablier reste toujours au milieu de la distance AA'.

On a tenu compte, dans le calcul des arcs, non seulement des déformations que donnent les moments fléchissants mais de celles dues aux efforts de compression et aux efforts tranchants qui se négligent généralement.

Toutes les déformations des arcs ont été déterminées pour les différentes hypothèses de surcharge. Il a été tenu compte de l'effort d'entraînement dû au serrage des freins, de l'influence des déformations de l'arc sur le tablier ainsi que de l'influence des changements de température et du vent. Enfin dans l'établissement des coefficients de travail maximum des différentes pièces, on a additionné tous les efforts engendrés soit par les charges, soit par la température, soit par le vent, soit par les déformations, soit par les efforts d'entraînement dus au serrage des freins.

Pour ce qui est des hypothèses de surcharge, on en a considéré trois: celle de la surcharge complète, celle de la demi-surcharge et enfin celle d'une surcharge s'étendant sur une longueur de 40 mètres de la partie centrale. Les calculs des arcs ont été faits par la méthode de M. Maurice Kœchlin.

Fig. 20. — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Viaduc sur le grand bras de la Seine; vue prise le 1er décembre 1899.

Dans le calcul de l'influence du freinage des trains, on a admis que les freins fonctionnaient à bloc de manière à faire patiner les essieux avec un coefficient d'adhérence de 0,15 de la charge.

Le travail maximum ne dépasse pas, dans les hypothèses les plus défavorables, 9 kilogrammes dans les arcs et 7kg5 dans le tablier.

Le poids total de cet ouvrage, non compris les garde-corps en fonte d'ornementation, qui ne sont d'ailleurs pas encore posés, est de 872 tonnes, soit environ 9720 kilogrammes par mètre courant.

*Arcs.* — L'écartement des arcs est de 9m 712. Le biais du pont correspondant à cet écartement est exactement de 4 mètres.

Les montants de suspension du tablier sont à cet écartement, ce qui a permis de constituer le tablier par des pièces de pont normales. L'arc lui-même est divisé en panneaux de 2 mètres, soit deux panneaux dans l'espace compris entre deux montants de suspension. Les treillis sont en forme de N avec montants verticaux et barres inclinées (fig. 5 et 7, pl. V).

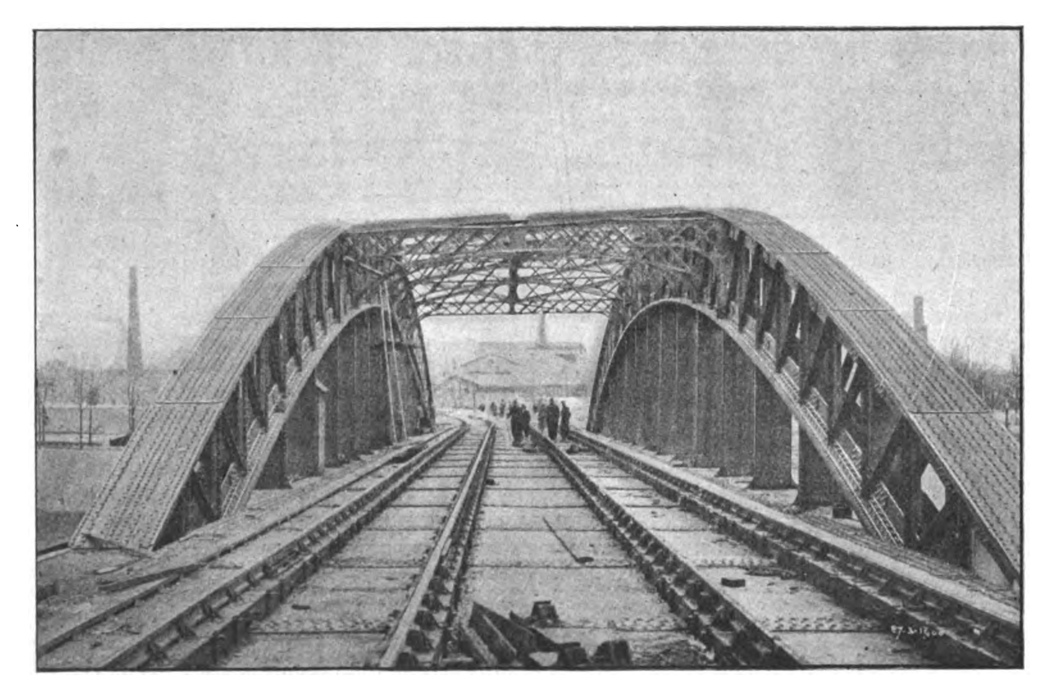


Fig. 21. — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Viaduc sur le grand bras de la Seine; vue prise le 27 mars 1900.

Le système d'arcs à deux rotules qui a été adopté a le grand avantage de fixer exactement le passage des réactions des appuis et de ne laisser, par conséquent, aucune incertitude sur la répartition des efforts dans les arcs. Il n'en est pas toujours ainsi lorsque les appuis sont à clavettes et on a constaté dans un grand nombre de ces appuis que, dans certains cas, les clavettes supérieures seules travaillent, les clavettes inférieures pouvant se retirer à la main, tandis que, dans d'autres cas, ce sont les clavettes inférieures qui, au contraire, portent toute la charge. Il résulte de ce fait une répartition des efforts dans les arcs tout à fait différente de celle prévue dans les calculs et une très mauvaise répartition des charges sur les maçonneries.

Les sections des membrures de l'arc sont en forme de caisson, avec semelles de 1 mètre de largeur et âmes de 0m 400 de hauteur à 0m 500 d'écartement. Dans le voisinage des appuis, les membrures convergent et viennent transmettre directement les efforts sur les rotules. Le treillis, dans cette partie, est remplacé par des âmes pleines doublées de fourrures et de doublures au point où se fait le changement de direction des semelles.

Aux points d'attache de chaque montant de suspension, les âmes des membrures inférieures sont remplacées par des goussets qui traversent les semelles dans une rainure longitudinale ménagée à cet effet; ces goussets servent d'attache aux montants de suspension. Tous les montants et toutes les barres de treillis sont constitués par huit cornières s'attachant deux à deux symétriquement sur les âmes des membrures. Au-dessus des suspensions les montants de l'arc ont de plus une âme pleine qui vient dans le prolongement de l'âme des montants de suspension.

Le réglage des appuis a été fait une fois que les arcs étaient en place en coulant, entre les appuis et les maçonneries, l'épaisseur de ciment nécessaire, ainsi que cela a été fait pour les appuis du pont Alexandre III (1). Un lit de ciment est, en effet, bien préférable au plomb, quand il s'agit de répartir de très fortes charges sur les maçonneries.

Les appuis ont, de plus, une grande hauteur, condition essentielle pour une bonne répartition des efforts. Une faible hauteur les rend incapables de résister à la flexion due à l'effort concentré et, par suite, la réaction se répartit mal sur la maçonnerie; elle se transmet alors presque entièrement à la partie centrale de l'appui.

*Entretoisement des arcs.* — Les entretoises supérieures des arcs sont au nombre de huit; elles sont à treillis, cintrées à leur partie inférieure; elles s'attachent sur les montants des arcs. Au milieu de leur portée, elles sont réunies par une file de poutres à treillis. Entre les entretoises se trouve un contreventement en croix de Saint-André double, qui constitue avec

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 10, p. 152.

les entretoises un système triangulé qui s'oppose à toute déformation transversale de la partie centrale des arcs.

Les montants de suspension sont de véritables poutres à âme pleine qui font un tout avec les pièces de pont; ils constituent dans les parties où les entretoises supérieures deviennent impossibles, à cause de la trop faible hauteur, des entretoisements très efficaces comme le prouvent d'ailleurs les calculs de résistance à la flexion des montants.

Dans le voisinage des appuis, les arcs sont reliés par trois entretoises à treillis et par une entretoise porteuse à âme pleine. Ces entretoises sont réunies par un centreventement en croix double de Saint-André qui forme avec ces entretoises. comme dans la partie supérieure de l'arc, un système triangulé indéformable.

*Tablier*. — Le tablier est constitué par des pièces de pont espacées de 4 mètres et qui ont 1 mètre de hauteur. Leurs semelles ont $0^m 500$ de largeur, à l'exception d'une des semelles supérieures qui déborde légèrement pour permettre l'attache de la tôle du plancher.

Entre les pièces de pont règnent quatre files de longerons porteurs de la voie; ces longerons ont également 1 mètre de hauteur et leur continuité est établie, à leur rencontre avec les pièces de pont, au moyen de goussets qui traversent les semelles supérieures et inférieures des pièces de pont. En plus de la section courante qui comprend l'âme et les cornières, les longerons portent à leur partie supérieure une semelle de 350 de largeur, correspondant à la largeur des longrines en bois de la voie, et servant à l'attache des tôles du plancher. L'espace compris entre les tôles du plancher au-dessus des longerons est rempli par une fourrure de manière à éviter sur le plancher des parties en contre-bas où l'eau pourrait stationner.

En plus des longerons porteurs, le tablier comprend deux longerons de bordure intérieurs aux arcs, également continus et calculés pour résister avec les contreventements à tous les efforts horizontaux qui peuvent s'exercer sur la construction. Dans la partie courante du tablier, ces longerons, en dehors de la charge insignifiante du plancher, ne subissent aucun autre effort. Mais dans le voisinage des appuis, ces longerons portent les pièces de pont et, à cet effet, ils sont renforcés. Enfin, deux longerons extérieurs à l'arc portent le garde-corps et donnent au tablier, dans les parties courantes, une très grande largeur qui est de $10^m 80$ entre garde-corps. Ces longerons sont fixés au moyen de consoles sur les montants de suspension, et comme les autres parties du tablier ils ne s'attachent pas directement sur les arcs (fig. 5 et 6, pl. V).

Les tôles du plancher ont $0^m 008$ d'épaisseur, et s'attachent sur les longerons et les pièces de pont. Elles sont raidies en-dessous par des cornières-entretoises.

Dans le plan inférieur des pièces de pont règne un contreventement général calculé pour résister, à lui seul, à tous les efforts du vent. Les barres de ce contreventement sont en cornières et s'attachent sous tous les longerons.

Le tablier constitue ainsi un ensemble indéformable dans le sens horizontal.

*Montage*. — Le montage de la travée a été fait sur échafaudage en commençant par le montage des arcs et en partant des deux rives simultanément de manière à en opérer la fermeture à la clef.

L'échafaudage comportait au milieu une passe navigable de 25 mètres d'ouverture normale exigée par le service de la navigation qui ne devait être interrompue que pendant une demi-journée. Cette passe a été franchie par une travée métallique de 27 mètres de portée (fig. 17) constituée par deux poutres à treillis, assemblées par des entretoises, et qui a été mise en place en quelques heures. A cet effet elle avait été construite sur un échafaudage flottant établi sur deux chalands et elle a été ainsi amenée en place toute terminée. Pour la faire reposer sur ses appuis, il a suffi de lester les chalands d'une certaine quantité d'eau de façon à les faire enfoncer de la hauteur voulue.

Pour régler la position des arcs on avait prévu sur l'échafaudage des points d'appuis pour des vérins hydrauliques. Ceux-ci agissaient en deux points de chaque demi-arc, savoir : dans le voisinage des retombées et vers les reins.

Les arcs une fois en place, les appuis ont été bien exactement réglés et fixés définitivement en coulant le ciment.

Le levage et la mise en place des tronçons d'arcs se faisait au moyen d'un chariot roulant qui prenait les pièces directement sur les wagonets des voies de service et les élevait au moyen de deux treuils, un par arc, dans leur position définitive. La hauteur du chariot était de 11 mètres, de manière à permettre la mise en place des pièces supérieures de la clef (fig. 20 et 21).

Le même chariot, après avoir subi quelques modifications, a servi au montage du tablier. Celui-ci a été commencé du côté Grenelle où se trouvait l'approvisionnement des fers. Au fur et à mesure du montage des différentes pièces, celles-ci étaient suspendues aux arcs de manière à ne pas surcharger l'échafaudage.

Malgré la mauvaise saison, le montage complet de la travée n'a subi aucun retard; commencé en novembre 1899, il a été complètement terminé le 15 mars 1900.

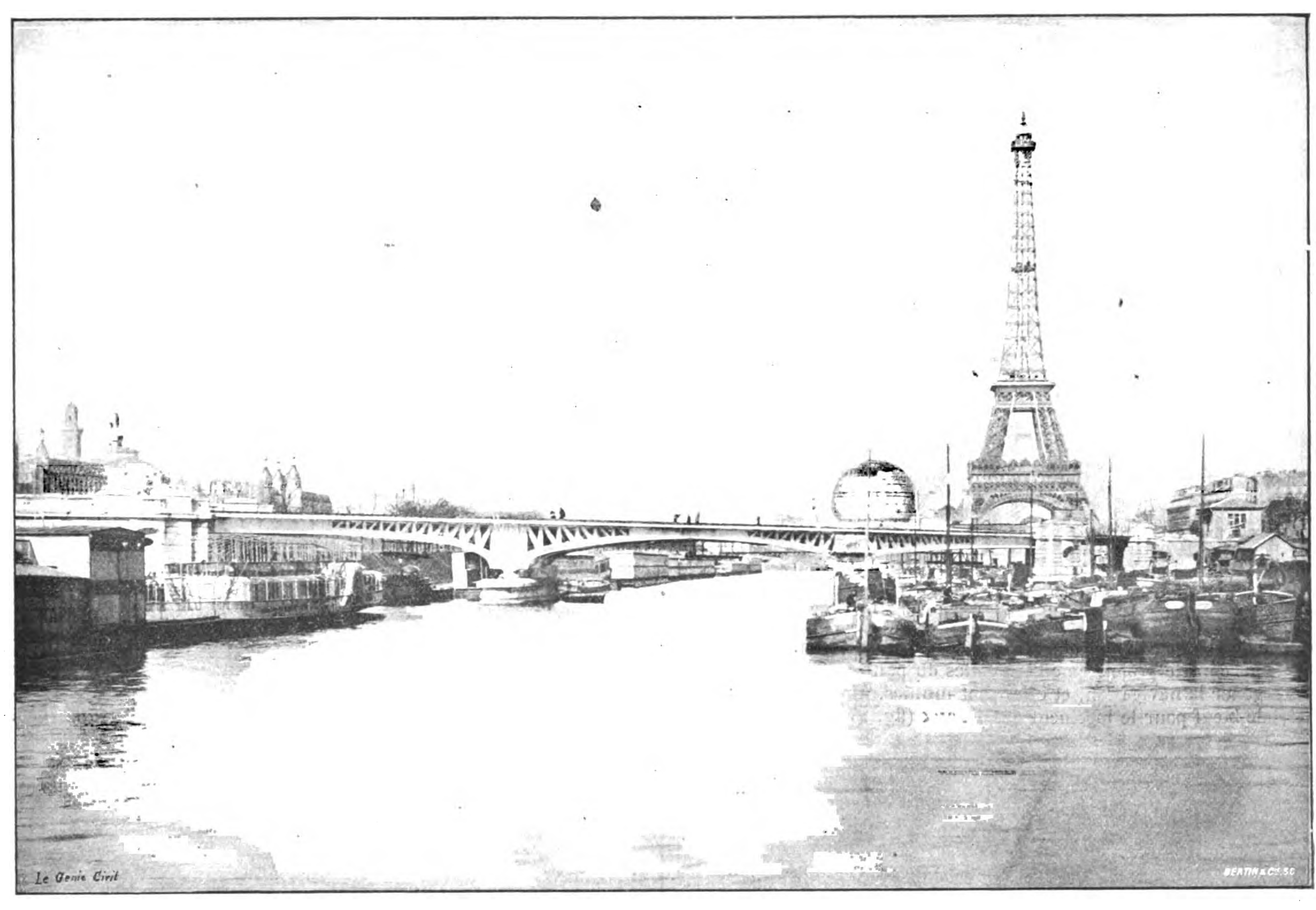



FIG. 22. — LIGNE DE COURCELLES AU CHAMP-DE-MARS : Viaduc sur le petit bras de la Seine; vue générale prise de l'aval.

A la suite d'un concours, la construction de la partie métallique avait été confiée à la Société de constructions de Levallois-Perret qui a exécuté également les trois autres viaducs de la traversée de la Seine.

VIADUC SUR LE PETIT BRAS DE LA SEINE. — Le petit bras de la Seine est franchi par un viaduc métallique formé de trois travées solidaires en anse de panier (fig. 22). Les deux piles en rivière sont placées sensiblement dans le prolongement de celles du pont de Grenelle, afin de moins gêner la navigation, et elles sont munies, ainsi que les culées, d'œils-de-bœuf pour le logement des fanaux (fig. 27, 28 et 29).

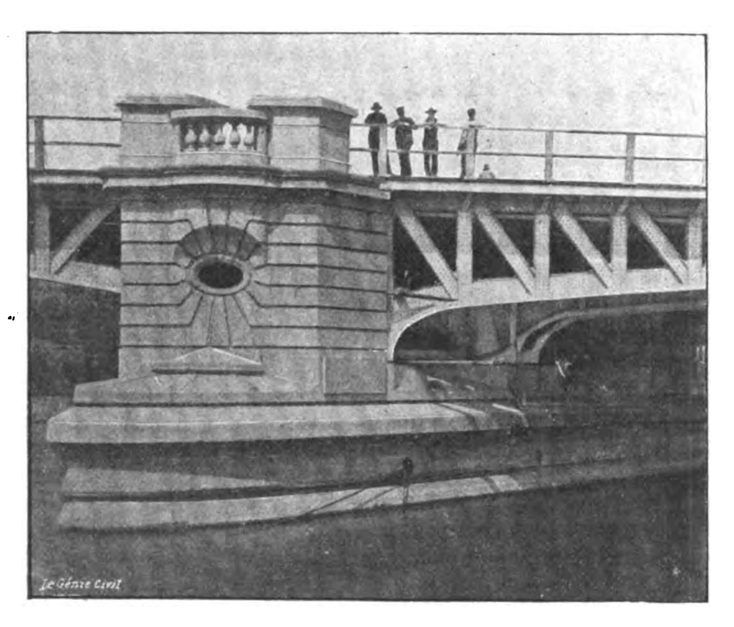


FIG. 27. — Détail d'une pile du viaduc sur le petit bras.

L'ouverture de la travée centrale entre les parements des piles, comptée normalement à la rivière, est de 28m53 et celle des deux travées extrêmes de 19m14, mais les ouvertures biaises correspondantes sont respectivement de 38 mètres et 28 mètres.

Par suite du faible rayon de courbure qu'il a été nécessaire de donner au tracé de la nouvelle ligne pour la raccorder avec celle des Moulineaux, non seulement le viaduc sur le petit bras a dû être établi suivant un biais très prononcé, mais encore il a fallu l'infléchir sur chaque pile. Afin de ne pas augmenter démesurément la largeur de l'ouvrage, les trois travées n'ont pas été placées dans le prolongement l'une de l'autre et le tablier présente une légère brisure au

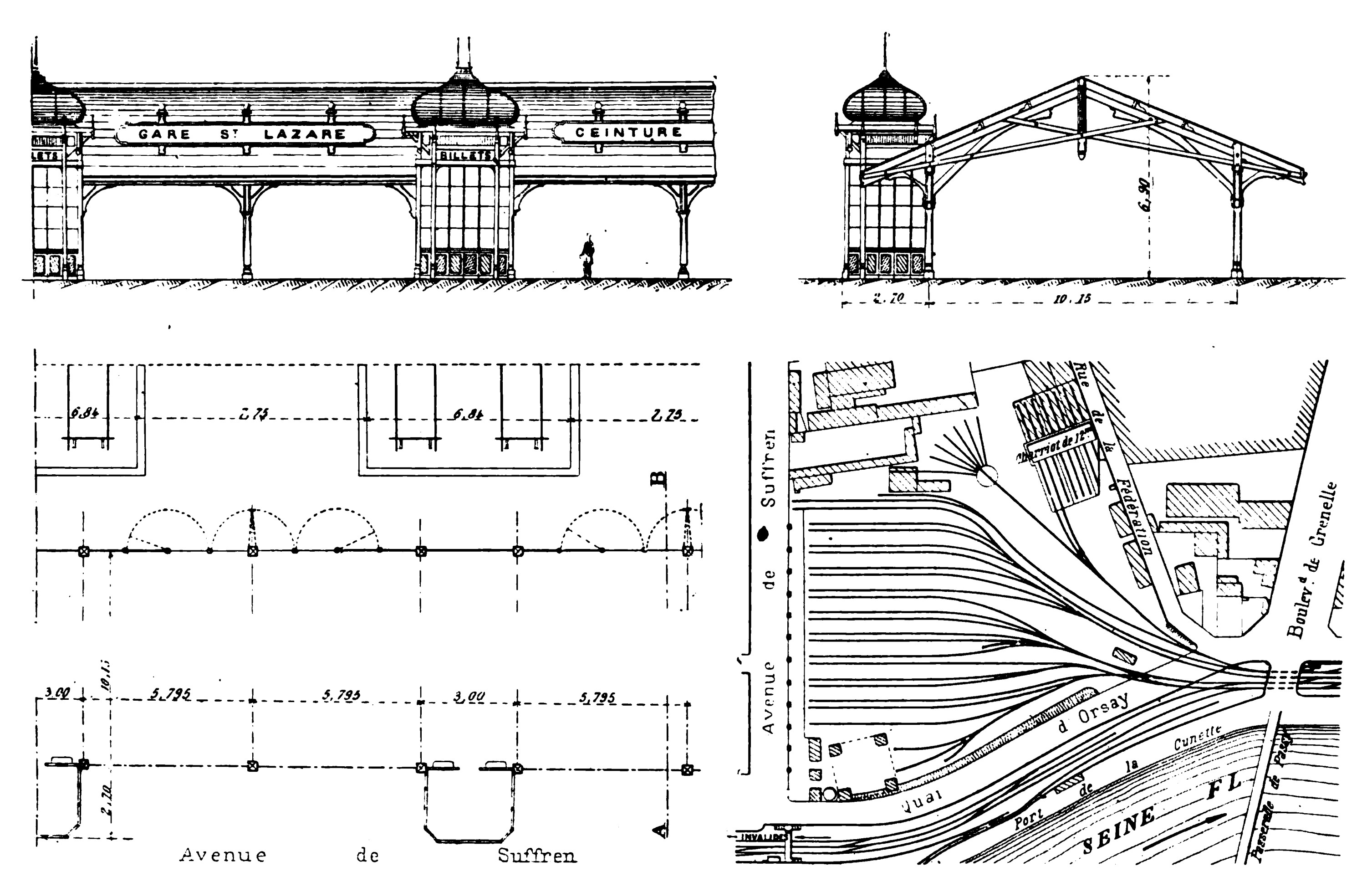



FIG. 24, 25 et 26. — Élévation, plan et coupe transversale du hangar d'accès aux quais à voyageurs de la station du Champ-de-Mars.

FIG. 23. — Plan d'ensemble de la station du Champ-de-Mars.

droit de chaque pile ainsi qu'on le voit sur le plan (fig. 2, pl. V). L'angle de deux travées consécutives est d'ailleurs assez faible pour que cette disposition ne produise pas un effet disgracieux.

Dans chaque travée le tablier est constitué par quatre poutres principales parallèles entre elles. En réalité chaque voie est supportée

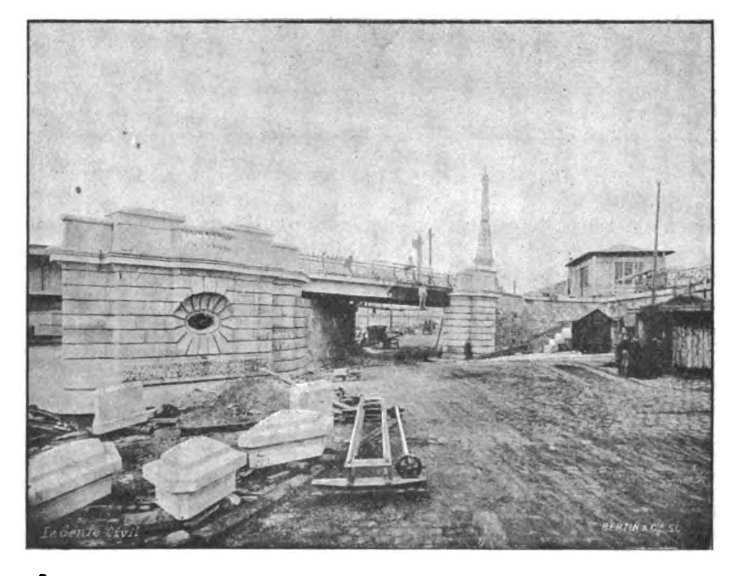
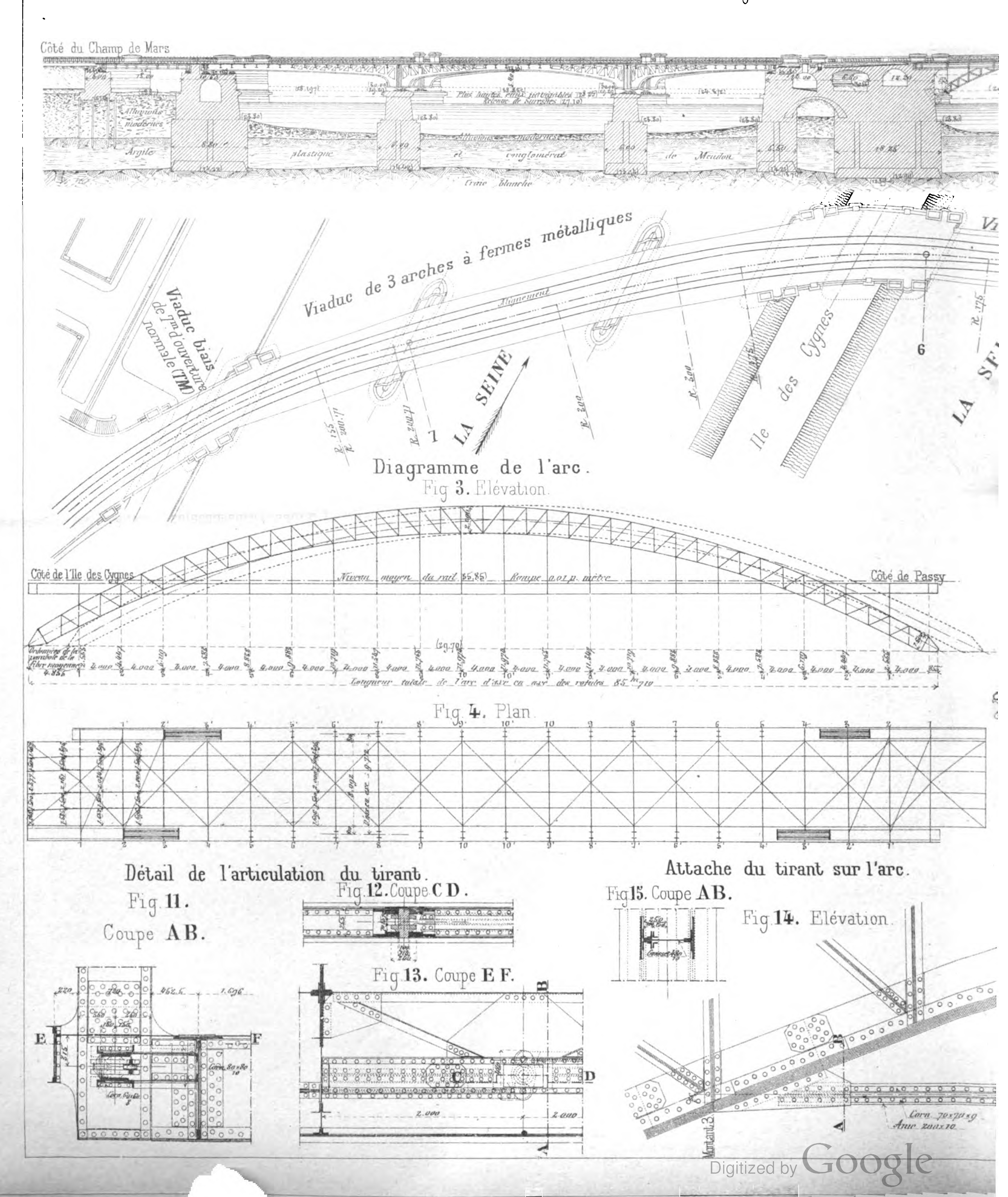


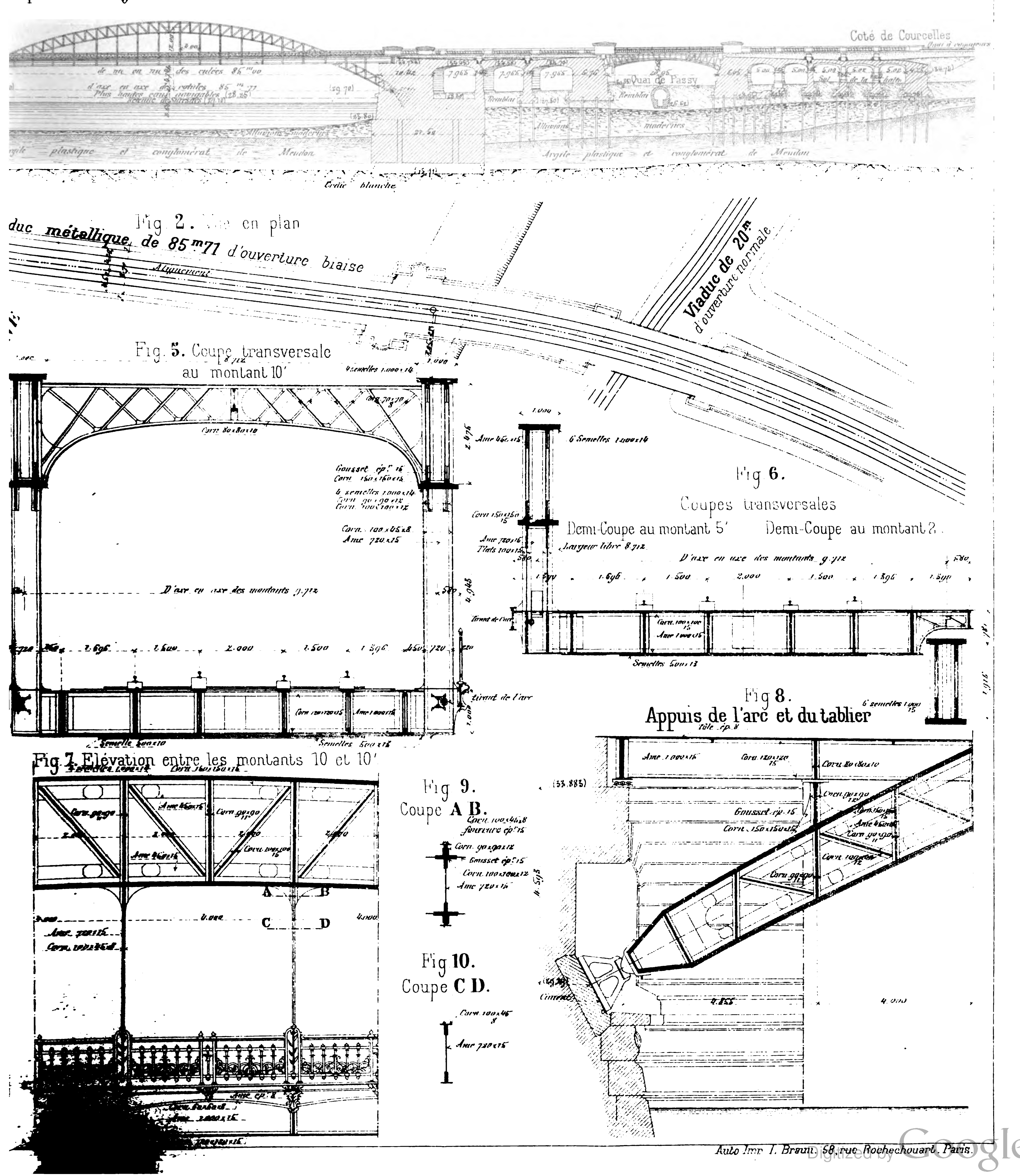
FIG. 28. — Viaduc sur le bas-port de Grenelle et raccordement de la ligne de Courcelles avec celle des Moulineaux.

par deux poutres principales et l'ouvrage forme dans le sens de la largeur deux tabliers à une voie, accolés l'un à l'autre mais indépendants.

Cet ouvrage est en acier laminé et le travail du métal sous l'effort


LIGNE DE COURCELLES AU
VIADUC DE PASS
Fig 1. Élévation d'ensemble sur
Côté du Champ de Mars
Argile
plastique
et
conglomérat
de
Meudon
Craie blanche
Viaduc de 3 arches à fermes métalliques
Viaduc biais de 7m d'ouverture normale (TM)
LA SEINE
Ile des Cygnes
Diagramme de l'arc.
Fig 3. Élévation.
Côté de l'Ile des Cygnes
Côté de Passy
Fig 4. Plan
Détail de l'articulation du tirant.
Fig. 11.
Coupe AB.
Fig. 12. Coupe CD.
Fig. 13. Coupe EF.
Attache du tirant sur l'arc.
Fig. 15. Coupe AB.
Fig. 14. Élévation.

CHAMP DE MARS À PARIS.
Y SUR LA SEINE.
e petit et le grand bras de la Seine.




Auto Imp. J. Braun. 58, rue Rochechouart. Paris.

produit par les plus lourdes charges et dans les hypothèses les plus défavorables ne dépasse pas 8kg 25 dans les semelles des poutres principales et 7kg 40 dans les pièces du tablier.

Le poids de l'ensemble de l'ouvrage, non compris les garde-corps en fonte, qui ne sont pas encore posés, est de 980 tonnes, soit 9 042 kilogr. par mètre courant.

**Gare terminus du Champ-de-Mars.** — Le terminus de la ligne de Courcelles est constitué par une grande gare uniquement affectée au service des visiteurs pendant la durée de l'Exposition et qui sera ensuite transformée en gare de marchandises. La station du Champ-de-Mars sera alors une simple gare de passage de la ligne Versailles-Moulineaux aux Invalides.

Toutes les installations de cette gare ont donc été faites à titre provisoire, sauf certaines d'entre elles affectées au matériel, telles que : dépôt de machines, chariots transbordeurs, etc. (fig. 23).

La station comporte 20 quais découverts (fig. 23) aboutissant perpendiculairement à un vaste hangar de 10 mètres de largeur et de 175 mètres de longueur (fig. 24, 25 et 26), longeant l'avenue de Suffren, dont l'accès est libre du côté de l'avenue, tandis qu'il est fermé, du côté des voies, par une barrière en bois, munie de portes en face de chaque quai. La distribution des billets se fait dans de petits kiosques placés de distance en distance et leur contrôle s'effectue au moment où les voyageurs pénètrent sur les quais par les portes ci-dessus indiquées (fig. 26).

FIG. 29. — LIGNE DE COURCELLES AU CHAMP-DE-MARS : Ensemble des culées des deux viaducs sur l'île des Cygnes.

La gare du Champ-de-Mars reçoit les trains en provenance de la gare Saint-Lazare et de la Ceinture rive droite, d'une part, et de la ligne Versailles-Moulineaux et Ceinture rive gauche, d'autre part, ces deux dernières lignes se réunissant à Grenelle.

Les 20 quais à voyageurs sont donc divisés en deux groupes dont le plus important, composé de 12 quais, est celui qui dessert la direction de la Ceinture rive droite et les gares Saint-Lazare et du Nord. Pour ce seul groupe on a prévu, dans chaque sens, 335 trains par jour pouvant transporter 70 000 voyageurs.

Pour le deuxième groupe on a prévu 224 trains par jour pouvant transporter 25 000 voyageurs.

C'est donc un total de 95 000 voyageurs que la gare du Champ-de-Mars peut recevoir et expédier par jour en service ordinaire. Mais dans les moments où il y a nécessité à évacuer la foule le plus rapidement possible, ce service peut être notablement augmenté et on estime que le soir, lors des fêtes de nuit, le groupe Saint-Lazare pourra enlever 20 000 voyageurs à l'heure en faisant partir les trains toutes les 3 minutes. A cette heure-là, la ligne d'Auteuil, qui est commune avec celle de Courcelles-Champ-de-Mars entre Courcelles et la gare Saint-Lazare, sera en effet débarrassée, en grande partie, du trafic si intense qu'elle dessert pendant l'après-midi des jours de fête.

Il nous resterait à décrire la façon dont est organisé le service des signaux, si important sur une ligne parcourue par un aussi grand nombre de trains. Nous nous bornerons à dire qu'on a inauguré sur cette ligne un nouveau système dont nous ferons, un peu plus tard, l'objet d'une étude détaillée.

Quant à la traction, elle est effectuée au moyen de locomotives à vapeur ordinaires et ce n'est que plus tard qu'elle aura lieu au moyen de locomoteurs électriques, ainsi que cela a déjà lieu pour les trains faisant la navette entre la gare du Champ-de-Mars et celle des Invalides.

En terminant cette étude, nous rappellerons que les travaux de la ligne Courcelles-Champ-de-Mars ont été conçus et exécutés, sous la direction de MM. les Ingénieurs en chef Moïse et Widmer, par M. Rabut pour la partie comprise entre Courcelles et la station de l'avenue du Trocadéro et par M. A. Bonnet pour celle comprise entre ce dernier point et le Champ-de-Mars. Les entrepreneurs auxquels ils avaient été confiés sont MM. Chagnaud et Dedeyn.

A. DUMAS,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## PHYSIQUE INDUSTRIELLE

### IMPERFECTIONS DES CYCLES DES MOTEURS THERMIQUES

**Le « Moteur économique ».**

*(Suite et fin [1].)*

Avant de démontrer l'influence de la température sur le rendement, nous établirons les deux propositions suivantes :

1° *Théorème des cycles partiels.* — Si on décompose deux cycles [1] et [2], limités chacun par deux adiabatiques et deux courbes le long

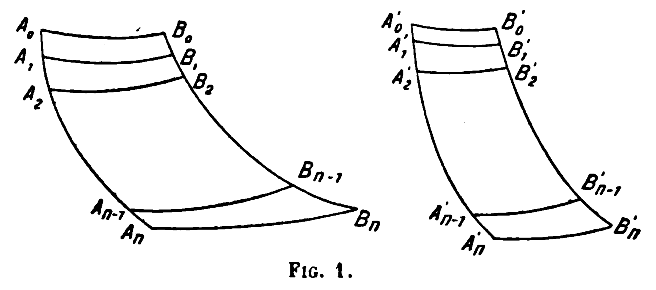



FIG. 1.

desquelles la variation d'entropie a toujours même signe, en $n$ cycles partiels semblablement formés, comme le montre la figure 1, de telle manière que le rendement d'un cycle partiel de [1] soit toujours inférieur au rendement du cycle partiel correspondant de [2], le cycle [1] a un rendement inférieur à celui du cycle [2].

En effet, soient : $Q_0Q_1Q_2 \ldots Q_{n-1}Q_n$ et $Q'_0Q'_1Q'_2 \ldots Q'_{n-1}Q'_n$ les quantités de chaleur toutes positives mises en jeu le long des courbes : $A_0B_0$. $A_1B_1$. $A_2B_2 \ldots A_{n-1}B_{n-1}$. $A_nB_n$ et $A'_0B'_0$. $A'_1B'_1$. $A'_2B'_2 \ldots A'_{n-1}B'_{n-1}$. $A'_nB'_n$.

On a, par hypothèse : $R_p < R'_p$, c'est-à-dire :

$$1 - \frac{Q_p}{Q_{p-1}} < 1 - \frac{Q'_p}{Q'_{p-1}}, \quad \text{ou bien :} \quad \frac{Q_p}{Q_{p-1}} > \frac{Q'_p}{Q'_{p-1}}.$$

Si on écrit toutes ces inégalités et si on les multiplie membre à membre, on trouve :

$$\frac{Q_n}{Q_0} > \frac{Q'_n}{Q'_0} \quad \text{et } 1 - \frac{Q_n}{Q_0} < 1 - \frac{Q'_n}{Q_0} \quad \text{ou } R < R'.$$

Le théorème énoncé est donc démontré.

2° *Théorème des cycles infiniment petits.* — Soient (fig. 2) deux cycles [1] et [2] formés chacun par deux adiabatiques infiniment voisines et deux droites à pression constante P et $p$ (ces pressions étant les mêmes dans les deux cycles).

Si la température maximum du cycle [1] est plus élevée que celle du cycle [2], le cycle [1] a un rendement inférieur à celui du cycle [2].

En effet, décomposons l'intervalle de pression P — $p$ en $n$ parties et traçons des parallèles à OV.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 4, p. 55.

L'expression du rendement d'un des cycles infiniment petits ainsi déterminé peut s'écrire sous la forme :

$$R = \frac{A \text{ surface } \widehat{A_{p-1}B_{p-1}B_pA_p}}{dQ_{p-1}} = \frac{A dv dp}{-C\frac{\frac{df}{dv}}{\frac{df}{dT}}dv} = -\frac{A\frac{df}{dT}dp}{C\frac{df}{dv}}.$$

Si on prend pour la fonction $f$ la forme : $p(v-\alpha) - RT = 0$, qui convient dans tous les cas, puisqu'il s'agit de gaz à hautes températures, $R = \frac{ARdp}{Cp}$.

Or : $AR = C - c$, et le rendement a même expression que celui

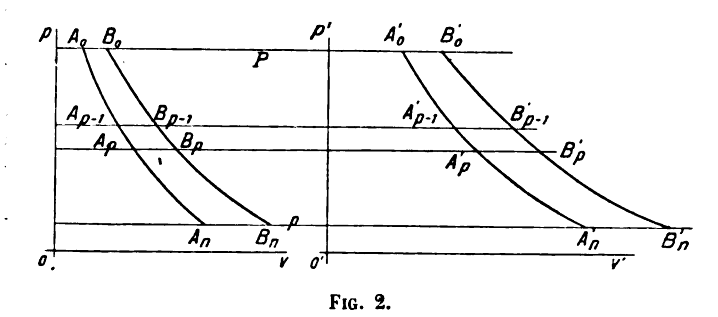


Fig. 2.

d'un cycle de Carnot infiniment petit fonctionnant entre les températures en $B_{p-1}$ et $B_p$.

Par suite, nous pouvons nous borner à comparer, à la place des cycles envisagés, des cycles parfaits, ce qui nous permettra de ne pas tenir compte des véhicules.

Donc, puisque AR est une constante et que $C = a + bT$, le rendement R décroît avec la température et, si les températures le long de $B_0B_n$ sont toutes supérieures à celles correspondantes le long de $B'_0B'_n$, les rendements des cycles partiels de [1] sont tous inférieurs à ceux des cycles correspondants de [2] et, d'après le théorème précédent, le rendement de [1] est inférieur au rendement de [2].

Or, par hypothèse, la température en $B_0$ est supérieure à la température en $B'_0$, et les températures $t$ et $t'$ en $B_n$ et $B'_n$ sont données par les égalités :

$$\left(\frac{P}{p}\right)^{AR} = \frac{T^a e^{bT}}{t^a e^{bt}} = \frac{T'^{a'} e^{b'T'}}{t'^{a'} e^{b't'}},$$

(équations des deux courbes adiabatiques $B_0B_n$, $B'_0B'_n$).

Si l'on considère le rapport :

$$\frac{t^a e^{bt}}{t'^{a'} e^{b't'}} = \frac{T^a e^{bT}}{T'^{a'} e^{b'T'}} = \text{const.},$$

on voit que, si $T > T'$, les températures le long de $B_0B_n$ seront toujours supérieures aux températures le long de $B'_0B'_n$ (les deux fonctions $T^a e^{bT}$ et $T^{a'} e^{b'T}$ sont en effet continues et croissent avec T).

Par conséquent, le théorème est démontré, et cela indépendamment de toute hypothèse sur les véhicules.

Le théorème principal est, dès lors, facile à établir. Nous l'énoncerons ainsi :

Théorème sur le rendement en fonction de la température. — Soient deux moteurs à gaz utilisant comme véhicules dans une période deux masses gazeuses Φ et Φ' suivant des cycles ABCDE et A'B'C'D'E' (fig. 3).

Remplaçons ces deux moteurs par ceux qui correspondent aux cycles

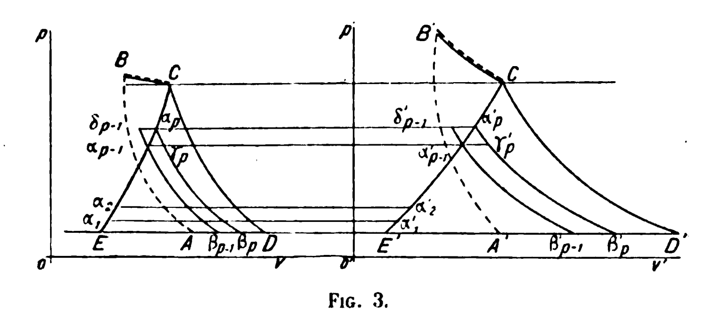


Fig. 3.

réversibles ECD, E'C'D', pour lesquels le long de EC et de E'C' on a $dq = Kdp$.

Supposons les pressions P en C et C' après réaction égales, ainsi que les pressions $p$ d'échappement le long de ED et E'D'.

Si en C la température est plus élevée qu'en C', le rendement de la première machine est plus faible que celui de la seconde.

En effet : considérons, entre les deux pressions P et $p$, des intervalles infiniment petits égaux $dp$; ils déterminent sur les courbes EC et E'C' des points $\alpha_1\alpha_2 \ldots \alpha'_1\alpha'_2 \ldots$, tels que pour chacun des éléments $\alpha_{p-1}\alpha_p$, $\alpha'_{p-1}\alpha'_p$, la quantité de chaleur mise en jeu est constante.

Par ces points, traçons les adiabatiques dans les deux plans. Nous décomposons ainsi les cycles ECD, E'C'D' en cycles infiniment petits qui se correspondent. Chacun d'eux a son rendement compris entre ceux des cycles déterminés par les adiabatiques et les parallèles à O$v$. Par exemple, $R(\alpha_{p-1}\alpha_p\beta_p\beta_{p-1})$, compris entre $R(\delta_{p-1}\alpha_p\beta_p\beta_{p-1})$ et $R(\alpha_{p-1}\gamma_p\beta_p\beta_{p-1})$.

Mais, par hypothèse, les températures le long de EC sont supérieures à celles correspondantes le long de E'C'. Donc les rendements des cycles considérés de Φ sont inférieurs à ceux de Φ', puisque $R(\delta_{p-1}\alpha_p\beta_p\beta_{p-1})$ et $R(\alpha_{p-1}\gamma_p\beta_p\beta_{p-1})$ diffèrent d'aussi peu que l'on veut.

Donc le premier moteur a un rendement supérieur à celui du second. Il suffit, pour s'en rendre compte, de refaire le raisonnement du théorème des cycles partiels.

**Deuxième principe : Principe des températures.** — Il résulte de ce théorème que :

1° *Pour un moteur utilisant une réaction chimique déterminée, il y a avantage à diminuer la température après réaction, la pression restant constante ;*

2° *De deux moteurs qui utilisent des réactions différentes et qui marchent, le plus avantageux est celui pour lequel la température après réaction est la plus faible.*

C'est en modifiant convenablement les poids des réactifs ou bien en faisant le choix de réactifs à forte chaleur spécifique qu'on abaissera la température après réaction.

Nous verrons, du reste, dans la discussion des perfectionnements à apporter aux moteurs à combustion et à explosion, le sens à donner à ces deux principes.

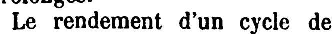
Les deux principes énoncés plus haut et les deux précédents constituent la théorie complète des machines à gaz.

*Comparaison du cycle général avec le cycle de Carnot.* — Comparons le cycle des moteurs à gaz à celui d'un moteur fonctionnant suivant un cycle de Carnot.

Dans le cycle ECD (fig. 4), la plus haute et la plus basse température sont données par les points C et E.

Joignons le point E au point C par le parcours suivant : EK adiabatique, KC isotherme, et complétons le cycle de Carnot par l'isotherme EH et l'adiabatique CD prolongée.

Fig. 4.



Le rendement d'un cycle de Carnot étant indépendant des quantités de chaleur mises en jeu, nous pouvons comparer le cycle EKCH au cycle ECD.

Or : $R_{1EKCH} = 1 - \frac{Q'_1}{Q_1}$ et $R_{ECD} = 1 - \frac{Q'}{Q}$

et : $Q_1 > Q$ et $Q'_1 < Q'$.

Pour ces deux raisons : $R_1 > R$.

**Différents types de machines a gaz.** — Dans la pratique, on rencontre deux types de machines à gaz à réaction dans le cylindre, distincts par leur fonctionnement.

Le plus généralement employé est le *moteur à explosion* (réaction instantanée) qui offre une multitude de variétés.

Le plus récent et le moins connu est le *moteur à combustion* (réaction progressive) dont un seul modèle fonctionne actuellement. C'est le moteur Diesel qui a déjà été analysé dans le *Génie Civil* [1].

Nous étudierons les particularités que présentent généralement les diagrammes relevés sur des moteurs en service et, par conséquent, dans ce qui va suivre, l'expression de rendement signifiera « rendement indiqué ». Nous négligerons encore le rendement organique qui est absolument indépendant des phénomènes dont nous nous occupons actuellement.

**Moteurs à explosion.** — Les cycles théoriques des moteurs à explosion affectent deux formes principales suivant qu'on comprime ou non le mélange détonant avant l'explosion. De là, deux genres de moteurs, dits à deux ou à quatre temps.

Il est facile de construire ces cycles théoriques. En effet, la courbe de réaction BC (fig. 5) est une parallèle à O$p$, puisque l'explosion est instantanée; et les courbes AB et CD sont des adiabatiques correspondantes à la masse gazeuse avant et après la réaction, comme on l'a vu plus haut.

Lorsqu'il n'y a pas compression préalable du mélange détonant, le

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 16, p. 258.

point B se trouve évidemment sur la ligne atmosphérique (fig. 6) et les lignes d'échappement coïncident avec cette dernière.

Il serait facile également de construire des diagrammes en tenant compte de la chaleur s'échappant par les parois.

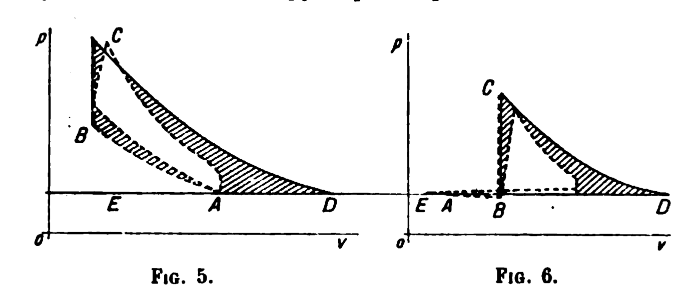



Fig. 5. Fig. 6.

**Imperfections des diagrammes.** — Les divergences à signaler entre les diagrammes et les cycles (fig. 5 et 6) sont les suivantes :

1° *Introduction du véhicule.* — Dans les moteurs à quatre temps, la compression du mélange détonant ne suit pas exactement une adiabatique, malgré la grande rapidité de la course, car les parois sont bien plus chaudes que les gaz pris généralement à la température atmosphérique. La ligne représentative est légèrement au-dessus de l'adiabatique AB et correspond à une transformation absorbant de la chaleur. Cette ligne ne peut donc jamais être une isothermique. La chaleur prise aux parois est réintroduite dans le cycle et a pour effet d'élever la compression avant l'explosion. C'est une véritable récupération de la chaleur perdue pendant la course active, et cela explique qu'un moteur ne prend sa force que quelques minutes après sa mise en marche;

2° *Explosion.* — Dans les moteurs à deux ou à quatre temps, l'explosion n'est pas instantanée; par conséquent, la pression atteinte à la fin de la réaction est moindre que celle indiquée par la théorie. De plus, il peut s'échapper déjà une petite quantité de la chaleur par les parois très actives, et le point C' possède une entropie plus faible que celle qu'il aurait si toute la chaleur avait été introduite dans le véhicule. Le rendement en est abaissé;

3° *Détente.* — Dans les deux genres de moteurs, la détente se fait suivant une courbe le long de laquelle l'entropie va en diminuant et, par suite, au-dessous de l'adiabatique CD. Cela tient au refroidissement par l'eau de circulation, qui emporte une bonne part de la chaleur du véhicule sans que cette dernière puisse être utilisée pour la transformation;

4° *Échappement.* — Dans les deux genres de moteurs, l'échappement commence bien avant que la pression n'ait atteint la pression du condenseur, c'est-à-dire de l'atmosphère. Il en résulte une augmentation de la quantité de chaleur non transformée.

Ces imperfections sont mises en évidence par les parties hachurées dans les figures 5 et 6 où les diagrammes sont superposés aux cycles théoriques.

**Moteurs à combustion.** — Les cycles théoriques des moteurs à combustion sont caractérisés par une réaction chimique à volume constant et la courbe BC (fig. 7) est, dans ce cas, parallèle à OV.

**Imperfections des diagrammes.** — Pratiquement, on relève sur les diagrammes les mêmes divergences que pour les moteurs à explosion.

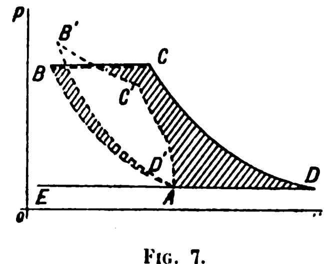



Fig. 7.

1° *Introduction du véhicule.* — Le point D' du diagramme Diesel est en dehors du cycle théorique, car la compression se fait avec un peu d'absorption de chaleur;

2° *Combustion.* — La combustion n'ayant pas lieu à pression constante et se poursuivant pendant le commencement de la détente, le point C' est au-dessous de la droite BC et possède une entropie plus faible que celle indiquée par la théorie par suite de l'activité des parois;

3° *Détente.* — La détente se faisant avec perte de chaleur, la courbe C'D' est au-dessous de l'adiabatique;

4° *Échappement.* — L'échappement commençant avant la fin de la détente, la quantité de chaleur emportée par les gaz est augmentée.

**Perfectionnement des cycles.** — Les incorrections des cycles des moteurs à combustion et à explosion étant de même nature, nous allons maintenant pouvoir discuter d'une manière générale les perfectionnements à apporter aux machines à gaz et indiquer les bases d'établissement d'un moteur économique réunissant à la fois toutes les conditions théoriques de meilleur rendement.

*Formation du mélange et réaction.* — D'après le premier principe établi, il faut avoir, à la fin de la combustion instantanée ou progressive, la pression la plus élevée possible. Or, une première condition à remplir est celle de la régularité de la ligne de réaction. Il y a là à résoudre pratiquement : pour les moteurs à explosion, la question de l'homogénéité et de la pureté du mélange détonant, et celle du meilleur dispositif et de la meilleure situation pour l'allumage; pour les moteurs, type Diesel, la question du réglage de l'arrivée du combustible et de sa distribution dans la masse comburante.

Quant aux moyens d'assurer, indépendamment de la ligne de réaction, une pression plus élevée, ils consistent simplement à réduire le volume des espaces nuisibles. On tombe alors sur des difficultés d'ordre pratique déjà signalées, très difficiles à vaincre à cause des hautes températures et des hautes pressions développées dans les cylindres. Comme conséquence, les moteurs à explosion ont une grande supériorité sur le moteur Diesel puisque, pour le même rendement à l'introduction du véhicule, on a toujours, pour les premiers, une pression environ quatre fois plus forte (1er principe, 2e partie).

Il y a, dans tous les cas, avantage à obtenir une compression voisine de l'isothermique, indépendante du cylindre-moteur bien entendu, car on aboutit alors à une température moindre après réaction (2e principe, 2e partie).

*Composition du mélange.* — On peut se demander l'intérêt qu'il y a, au point de vue économique, à augmenter la proportion de combustible dans un moteur déterminé pour faire varier la puissance. Le résultat de cette opération est évidemment d'accroître la quantité de chaleur produite, la pression atteinte (cas de l'explosion) et la température finale.

Le deuxième principe (1re partie) fournit la réponse.

Dans un moteur à explosion, il faut rationnellement augmenter le combustible en diminuant la compression, ou diminuer le combustible en augmentant la compression, car l'influence de l'élévation de pression sur l'amélioration du rendement est détruite en partie par l'élévation de température. Le moteur Letombe, qui a déjà été décrit dans le *Génie Civil* (1), offre un exemple remarquable d'une solution de ce genre, comme conséquence d'un autre perfectionnement relatif à la détente.

Dans le moteur Diesel également, le rendement diminue quand on augmente la puissance; les meilleures conditions de marche correspondent à la plus faible quantité de chaleur introduite, car pour la même pression initiale la température est plus faible.

*Refroidissement.* — La cause de perte la plus fâcheuse dans tous les moteurs à températures élevées est le refroidissement très actif des parois. Il est impossible d'y remédier d'une façon quelconque et tous les perfectionnements consistent, au contraire, à le rendre plus énergique, pour faciliter le graissage des parties en mouvement.

Il faut, en effet, que les surfaces frottantes soient à une température inférieure à 400 degrés pour que l'huile ne se décompose pas.

On pourrait, il est vrai, se proposer de récupérer la chaleur enlevée par la circulation, opération compliquée et de faible rendement; ou bien de produire le refroidissement en mélangeant un autre véhicule à celui de la machine, ce qui permettrait d'utiliser pour la transformation la chaleur généralement perdue dans les parois. On n'aurait que l'embarras du choix pour le véhicule supplémentaire, mais il parait bien difficile d'obtenir son introduction dans la machine sans compromettre la réaction chimique (2e principe, 1re et 2e parties).

*Détente.* — Reste à examiner la question de la courbe de détente. Quelques dispositifs mécaniques ont été imaginés pour réduire les courses correspondantes à l'aspiration et à la compression, mais ils ont le grave inconvénient d'abaisser le rendement organique et d'élever le prix de revient.

Le moteur Letombe réalise tous les desiderata à ce sujet par un simple jeu de soupapes qui limitent la charge explosive aspirée. Lorsque la résistance du moteur diminue, la quantité de combustible introduite diminue également, le volume d'air augmente au contraire; mais, pour assurer l'explosion d'un mélange plus pauvre, il est nécessaire de surélever la compression initiale, de produire une surcompression, qui a pour effet, comme nous l'avons déjà indiqué, de faire croître le rendement. Ce réglage, par l'intermédiaire de soupapes, pourrait s'appliquer à tous les moteurs où la détente n'est pas complète.

*Condensation à l'échappement.* — Il serait même possible de pousser la détente plus loin dans certains cas, en produisant la condensation de la vapeur d'eau provenant de la réaction.

**Conclusions.** — Dans les moteurs à gaz où la réaction a lieu à l'intérieur du cylindre, la température du véhicule dépasse souvent 1 000 degrés et ne descend guère au-dessous de 400 degrés. Il est donc bien évident que, pour obtenir avec les moteurs à combustion actuels des rendements comparables à ceux des moteurs à explosion, il est néces-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 22, p. 347.

saire d'atteindre et même de dépasser, pour la compression initiale dans les premiers, la pression maximum des seconds.

Étant données les difficultés d'obtenir économiquement et de maintenir des pressions supérieures à 30 kilogr., le moteur à combustion à haute température n'est pas fait pour détrôner les moteurs à explosion, malgré le grave inconvénient des percussions dans ces derniers, surtout depuis qu'on a trouvé le moyen de réaliser la détente plus complète et du même coup la variabilité de puissance.

Ce qui est cause de la supériorité toujours incontestable de la machine à vapeur, malgré l'imperfection absolue du procédé employé pour l'introduction de la chaleur, c'est, sans contredit, son organisation merveilleusement pratique qui lui assure une durée presque illimitée. Dans une installation industrielle, il faut, en effet, tenir rigoureusement compte de toutes les dépenses accessoires pour l'entretien et les réparations, ainsi que de l'amortissement du capital engagé, et il n'est pas étonnant qu'en envisageant encore la question du ravitaillement en combustible, l'avantage reste à une machine d'un rendement de 0,10 par rapport à d'autres pour lesquelles ce rendement atteint facilement 0,20.

Tentatives de recherche de moteurs économiques. — Quelques inventeurs ont tenté de réaliser une machine en combinant la machine à vapeur et la machine à combustion. En s'engageant dans cette voie, ils songeaient à réunir dans un même type les qualités de souplesse, de docilité, de douceur de fonctionnement et d'économie.

Les dispositifs essayés comprennent un générateur, dans lequel la combustion d'un hydrocarbure ou d'un charbon est produite à une pression déterminée et sert à vaporiser une quantité d'eau susceptible d'abaisser la température des gaz brûlés. Ces gaz se mélangent à la vapeur d'eau et constituent le véhicule qui agit dans un cylindre à détente variable avec ou sans condenseur.

*Moteur économique avec brûleur-vaporisateur.* — Nous avons, pour notre compte, fait les essais d'un système analogue qui permet d'assurer pratiquement, grâce à un dispositif spécial, le mélange des produits de combustion et de la vapeur d'eau dans un « brûleur-vaporisateur » de dimensions très restreintes. La réaction est toujours complète et les pertes de chaleur sont réduites au minimum.

Le cycle adopté est de la forme générale de ceux à combustion, et certains détails de construction nous permettent de nous approcher aussi près que possible du cycle théorique étudié plus haut.

Dans ces conditions, nous comptons obtenir, avec une pression maximum de 10 kilogr., un rendement de 0,25 dans un moteur de 8 chevaux, la consommation en pétrole ordinaire étant de 225 grammes par cheval-heure.

Mais il faut espérer pouvoir employer le charbon sous une forme particulière, dans le même « brûleur-vaporisateur »; et alors la consommation en charbon descendrait à 330 grammes par cheval-heure pour les faibles puissances.

Dans la suite, nous obtiendrons facilement une meilleure utilisation du combustible en élevant simplement la pression de marche et en la portant de 10 à 20 kilogr., ce qui ne paraît pas exagéré.

Le résultat, auquel nous croyons être certain d'arriver actuellement au point de vue économique, tient à deux raisons principales :

1° Le cycle que nous employons est plus avantageux que les cycles de toutes les machines à gaz actuelles, marchant aux mêmes pressions (2e principe, 2e partie);

2° Dans toutes les machines à haute température, la circulation emporte de 30 à 40 °/o de la chaleur totale mise en jeu par la combustion. Dans notre « moteur économique », cette quantité de chaleur reste absolument disponible pour la transformation.

Le fonctionnement du cycle à basse température fait de notre machine une machine mixte, car la vapeur d'eau qui entre, pour plus de moitié, dans la constitution du véhicule se condense partiellement pendant la détente.

Nous nous proposons de donner, dans une prochaine étude sur les machines mixtes, les calculs servant de base à l'appréciation que nous avons donnée du rendement.

*Avantages du moteur économique et ses principales applications.* — L'organe important et délicat qui constitue l'originalité du « moteur économique » est le « brûleur-vaporisateur », dont les derniers essais ont été très concluants. Les qualités qu'il est possible de donner à notre système sont donc, croyons-nous, toutes celles qui sont actuellement l'apanage des machines à vapeur. Elles en feront un moteur applicable à la plupart des industries et à la locomotion.

En particulier, dans cette dernière application, la variabilité de puissance et les coups de collier très énergiques et d'assez longue durée sont obtenus avec la plus grande facilité, tout en permettant d'élever encore le rendement économique par suite d'une disposition spéciale qui résout très simplement le problème de la récupération dans les arrêts, les ralentissements et les descentes.

Enfin, les Compagnies de distribution d'énergie par l'air comprimé pourraient sans doute remplacer avantageusement les réchauffeurs par le « brûleur-vaporisateur » et augmenter ainsi considérablement les rendements des moteurs à air comprimé.

O. Duperron,
*Ancien Élève de l'École Polytechnique.*

## MINES

### MINES DE LIGNITE DE GARDANNE (BOUCHES-DU-RHONE)

**Construction d'une galerie souterraine destinée à relier la concession à la mer.**

*(Suite[1].)*

**I. — Attaque du côté de la Madrague.** — A. Dans les terrains tertiaires. — Le projet des ouvrages destinés à relier à la mer la concession des mines de lignite de Gardanne comporte, comme nous l'avons indiqué dans le précédent article, l'établissement de deux galeries superposées, la galerie supérieure devant servir au roulage, tandis que la galerie inférieure est destinée à l'écoulement des eaux.

Nous donnons dans la figure 1 la coupe d'ensemble des deux galeries, qui sont destinées, comme on le voit, à être dédoublées dans les terrains tertiaires. La galerie inférieure, la seule qui nous occupera dans la suite de cette étude, se compose en réalité de deux parties, la galerie proprement dite et la cunette, en contre-bas du sol, qui a 1m 10 de hauteur sur 1m 30 de largeur. Cette cunette est recouverte de forts madriers en chêne. La section de la galerie dans les terrains tertiaires est ovale; elle a 2m 28 de hauteur sous clé, et 2m 20 de largeur.

Nous croyons intéressant de donner aussi immédiatement les coupes de la galerie dans les calcaires (fig. 2, 3 et 4), montrant ainsi les différents modes de cuvelages et de revêtements adoptés suivant les terrains traversés.

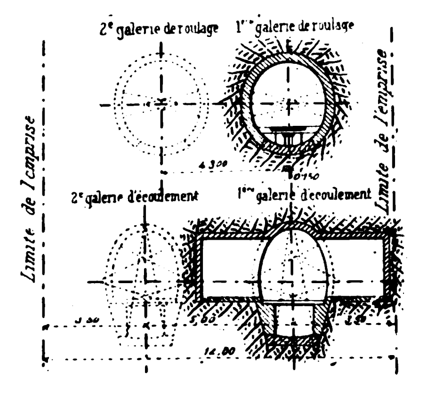



Fig. 1. — Coupe d'ensemble du projet complet de galeries.

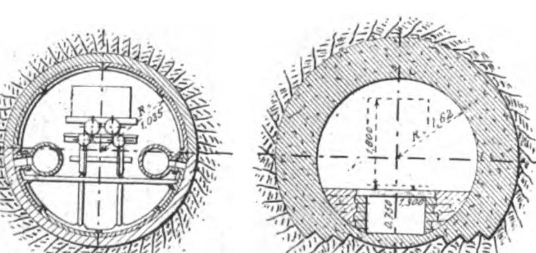


Fig. 2. — Cuvelage en fonte.

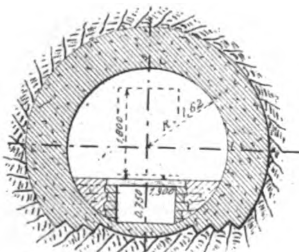


Fig. 3. — Cuvelage en maçonnerie de béton au mortier de ciment.

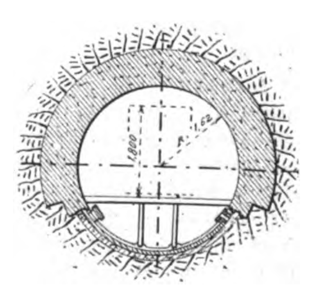


Fig. 4. — Cuvelage partie en fonte, partie en maçonnerie de béton au mortier de ciment.

Fig. 2 à 4. — Profils adoptés dans les calcaires secondaires.

Avant de passer à l'étude du percement de la galerie et à la description du mode d'avancement et de l'organisation des chantiers d'abatage, disons quelques mots des premiers travaux faits à l'embouchure de la galerie vers la Madrague.

De ce côté, la galerie est prolongée par un égout prévu dans le cahier des charges et destiné à recevoir les eaux de cette galerie. Il est encore prévu pour recueillir les eaux de condensation des machines

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 4, p. 57.

à vapeur et celles d'une partie de la nouvelle voie ferrée de la Joliette à l'Estaque (fig. 5). Cet ouvrage, depuis l'entrée de la galerie jusqu'à la mer, est formé par deux galeries parallèles en plein cintre ayant

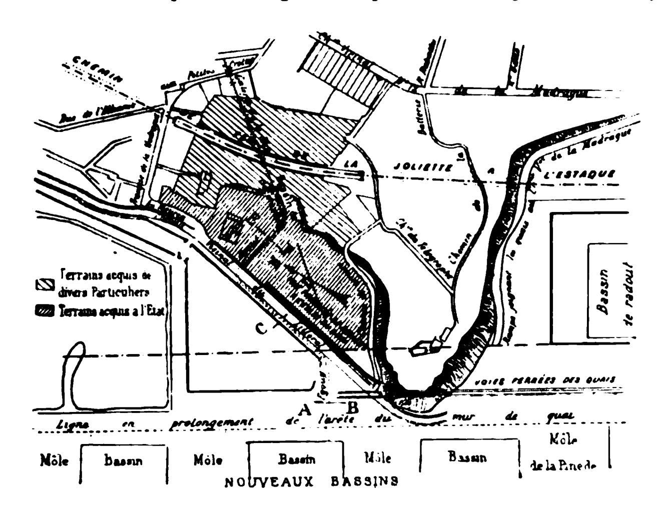



Fig. 5. — Plan de l'embouchure de la galerie.

chacune 1 mètre de largeur sur 2m 11 de hauteur sous clé (fig. 6). Enfin, le rivage ayant été reculé par la création de la nouvelle ligne de l'Arenc à l'Estaque, il a été nécessaire de prolonger également

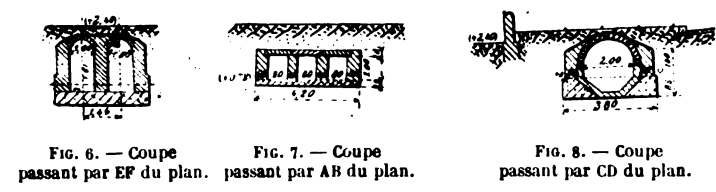


Fig. 6. — Coupe passant par EF du plan. Fig. 7. — Coupe passant par AB du plan. Fig. 8. — Coupe passant par CD du plan.

Fig. 6 à 8. — Coupes transversales de l'égout.

l'égout jusqu'au nouveau mur de quai. Mais ici, vu la faible hauteur dont on disposait, on a adopté un autre profil (fig. 7) formé par trois caniveaux parallèles de 80 centimètres de hauteur sur 80 centimètres de largeur. Pour la partie intermédiaire (fig. 8), le terrain ayant une hauteur moyenne, on a encore adopté un troisième profil.

Le cahier des charges prévoyait aussi la construction d'un bassin de décantation à l'entrée de la galerie, ce qui a été fait.

sur tréteaux, jusqu'à l'endroit où les piédroits étaient complètement achevés; à partir de ce point on établissait immédiatement une voie définitive. Les figures 9 à 15 donnent exactement le profil en long et les profils en travers de l'ouvrage pendant les différents états successifs du travail.

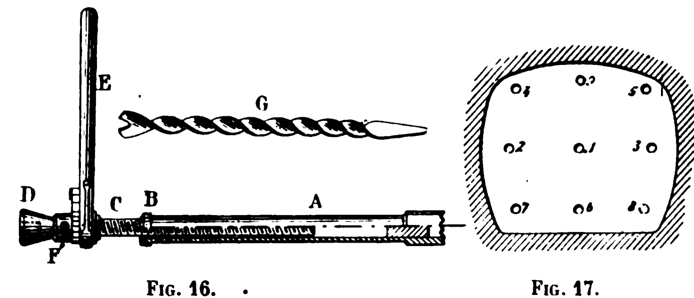



Fig. 16. Perforatrice à main Berthet.

Fig. 17. Disposition des coups de mines dans la perforation à la main.

L'explosif employé pour ce travail était la dynamite-gomme et les perforatrices pour le fonçage des trous de mine étaient du système Berthet.

La perforatrice à main Berthet, que nous représentons figure 16, est extrêmement simple. Elle se compose d'un tube en fer A de 5 millimètres d'épaisseur, bouché à l'une de ses extrémités par un tampon en bois et muni à son embase de nombreux redents. En B, à son autre extrémité, le tube forme l'écrou fixe de la vis C de 36 millimètres de diamètre, dont la tête D reçoit le bout arrière de la mèche en acier G. Le mouvement de rotation est obtenu par le levier à cliquet E, dont le rochet fait corps avec la vis. Le trou F a pour but de permettre d'introduire une broche en fer servant de levier au moment de retirer la mèche.

Les coups de mine, au nombre de 9, étaient disposés comme l'indique la figure 17; ils avaient en moyenne une profondeur d'environ 0m 80 à 0m 90. Primitivement on tirait les neuf coups de mine en une seule volée, en faisant détoner toute la charge par l'électricité. Mais on a constaté que l'on avait un bien meilleur effet en faisant d'abord partir les coups de mine du centre, numéros 1, 2, 3 et en faisant sauter ensuite les six autres placés au toit et au mur de la galerie. L'avancement obtenu en huit heures de travail était de 2m 06 pour trois volées de coups de mine. Il faut en effet faire remarquer que tous les coups ne travaillaient pas jusqu'au fond et qu'en général il se produisait des culots de 10 à 12 centimètres; c'est ce qui explique que trois volées successives n'aient guère donné plus de 2 mètres d'avancement.

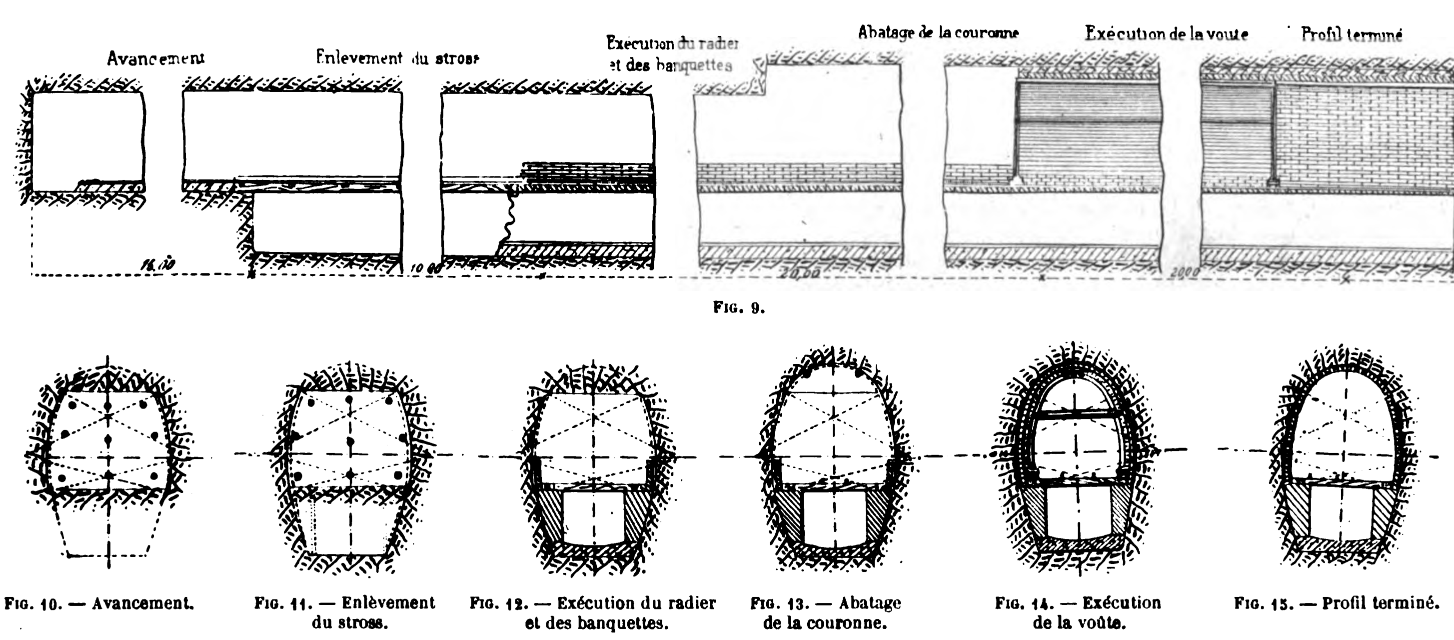



Fig. 9.

Fig. 10. — Avancement. Fig. 11. — Enlèvement du stross. Fig. 12. — Exécution du radier et des banquettes. Fig. 13. — Abatage de la couronne. Fig. 14. — Exécution de la voûte. Fig. 15. — Profil terminé.

Fig. 9 à 15. — Disposition des chantiers successifs dans les argiles miocènes. Profil en long et profils en travers.

Voici maintenant comment a été organisé le travail de percement dans les terrains tertiaires. L'avancement total se faisait par quatre chantiers successifs. Le premier chantier à l'avancement était formé par une équipe de mineurs, creusant une première galerie de 1m 85 de hauteur sur 2m 50 de largeur. A 10 mètres en arrière de cette première équipe, une deuxième également composée de mineurs enlevait le stross. A 20 mètres en arrière, une équipe de maçons bâtissait les piédroits et le radier, et enfin, à 30 mètres en arrière, une deuxième équipe de maçons terminait le travail en construisant la voûte. Les déblais étaient enlevés à l'avancement par une voie, montée

En janvier 1892, le puits Saint-Joseph était terminé; on le relia par un travers-bancs à l'axe de la galerie et on commença également, à partir de ce point, l'attaque de celle-ci, tant vers la Madrague que vers Gardanne. Dans ces nouveaux chantiers, la machine du puits servait pour l'extraction des déblais; quant à l'aérage, il était obtenu au moyen d'un ventilateur Ser, placé auprès de la machine d'extraction et mû par une locomobile de 15 chevaux. Le retour d'air se faisait par une cunette bien isolée, aboutissant à l'un des compartiments du puits, séparé par une cloison parfaitement étanche et relié au ventilateur par un caniveau maçonné.

En mai 1892, la galerie partie de la Madrague et le tronçon partant du puits Saint-Joseph se rencontrèrent mathématiquement au kilomètre 2,136, grâce aux soins apportés dans la conduite de ces travaux par M. Long, ingénieur à la Compagnie, chargé de ce travail. A ce moment, l'autre tronçon de galérie, partant du puits Saint-Joseph vers Gardanne atteignait le kilomètre 2,755. Quelques mois plus tard, le 11 juin 1892, on arrivait au point 2$^{km}$810,50 et l'on touchait au calcaire. Ce qui est remarquable dans cette première série de travaux, c'est la vitesse d'avancement journalier qui a été en moyenne, en 1891, de 4$^{m}$317, y compris le muraillement. En 1892, on arriva même au chiffre moyen de 4$^{m}$902 et, en mai, à certains jours, on dépassa 6 mètres. Le prix de revient moyen pour 1891 a été, par mètre courant de galerie, de 255 francs environ. M. Domage attribue ces beaux résultats à trois causes principales, qui sont l'emploi des perforatrices à main Berthet, l'emploi d'un explosif très brisant, la dynamite-gomme, et enfin le mode de paiement des ouvriers qui stimulait beaucoup ces derniers. Ceux-ci en effet touchaient un salaire fixe pour un avancement déterminé et recevaient en plus des primes progressives, proportionnelles au travail supplémentaire qu'ils avaient produit.

Pour atteindre les résultats que nous venons de signaler, on avait eu soin de prendre toutes les dispositions indispensables pour assurer le parfait fonctionnement des deux services essentiels dans ce genre de travaux : l'aérage régulier et suffisant des chantiers et le transport rapide des déblais au dehors.

Il était nécessaire à ces grandes distances d'avoir des signaux, permettant de régler depuis le convoi le sens de la marche du câble. A cet effet on a installé, sur l'un des côtés de la galerie, deux fils parallèles en laiton, formant circuit interrompu d'une sonnerie électrique. Pour fermer ce circuit, le conducteur du convoi n'avait qu'à mettre en contact les deux fils au moyen d'une petite règle métallique portative et la sonnerie, mise en marche, avertissait le mécanicien de ce qu'il avait à faire.

Le même treuil servait encore à actionner un deuxième câble destiné à conduire les convois au haut d'un plan incliné d'où on les dirigeait vers la décharge. Ce deuxième câble était absolument indépendant du premier et l'on pouvait produire son mouvement ou son arrêt sans interrompre en quoi que ce soit le mouvement du câble intérieur.

*Aérage.* — L'aérage était obtenu par un ventilateur Ser de 60 centimètres de diamètre, actionné par une locomobile. Le ventilateur faisait l'aspiration dans la cunette d'écoulement. Celle-ci était fermée à son extrémité par une tôle formant joint hydraulique, ce qui permettait à l'eau de s'écouler sans permettre à l'air de passer.

Il était essentiel que la conduite d'aspiration soit bien isolée de la galerie; à cet effet, la cunette était recouverte d'épais madriers de chêne bien jointifs de 12 centimètres d'épaisseur, munis de couvre-joints.

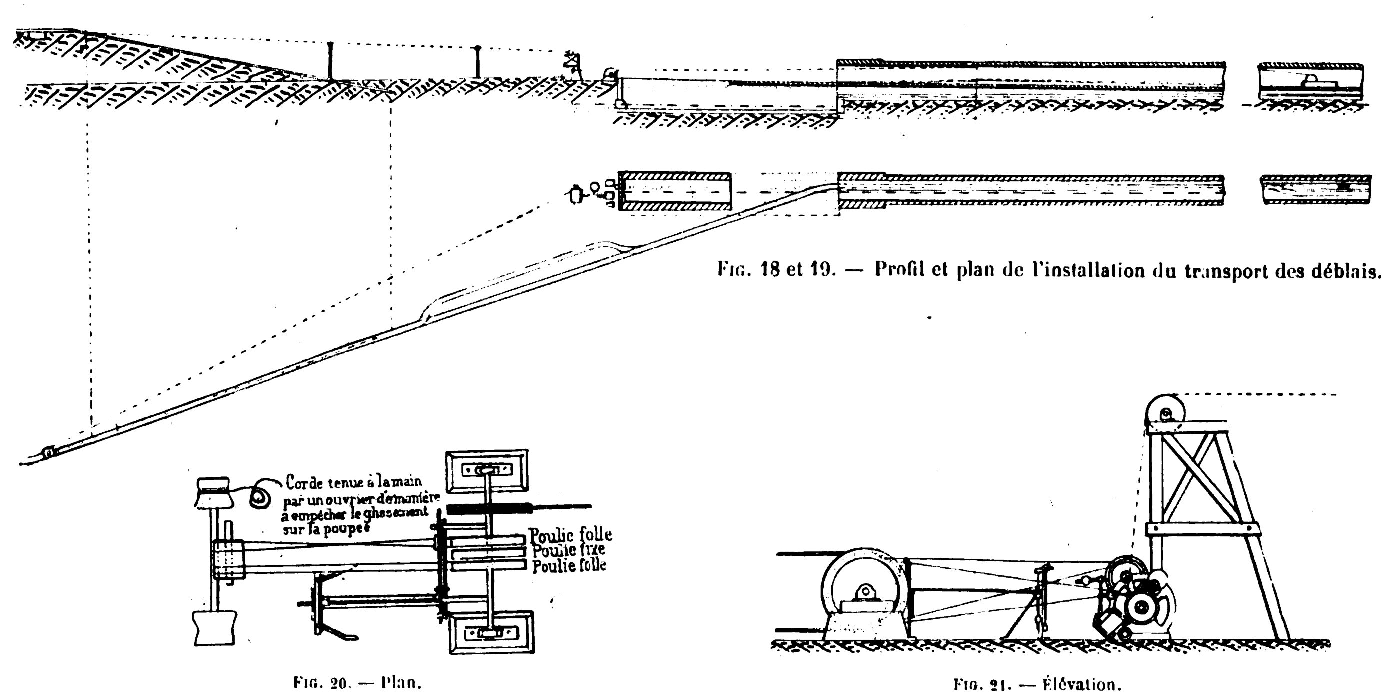



Fig. 18 et 19. — Profil et plan de l'installation du transport des déblais.

Fig. 20. — Plan. Fig. 21. — Élévation.

Fig. 20 et 21. — Treuil à vapeur actionnant le trainage de l'intérieur de la galerie et celui de la décharge du jour.

*Transport des déblais.* — Le transport des déblais fait, au début, jusqu'à une distance de 600 mètres du jour par des chevaux, a été remplacé au delà de ce point par un traineau avec câble sans fin, mû par un treuil à vapeur (fig. 18 et 19). Le treuil commande le mouvement du câble par trois poulies, dont celle du milieu est montée folle, alors que les deux autres sont calées sur l'arbre moteur. L'une de ces dernières reçoit la courroie croisée, la deuxième la courroie droite (fig. 20 et 21). Le câble fait un tour et demi sur la poulie motrice, puis il est guidé, tous les 40 mètres, par de petites poulies de 25 centimètres tournant librement sur leurs axes, il passe ensuite sur une poulie tendeuse de renvoi et revient au treuil en reposant, de 15 mètres en 15 mètres, sur de petits rouleaux qui servent de guidage.

Le convoi de 6 chariots est entraîné par le câble au moyen d'une chainette, reliée au câble d'une part et fixée de l'autre par un crochet au premier wagonet. Le décrochage automatique des chariots au jour se fait par le système bien connu de la contrepente. A proximité du jour le convoi gravit une légère pente; arrivés au haut, les wagonets ne tardent pas, par l'effet de la pesanteur, à redescendre la contrepente avec une vitesse accélérée dépassant la vitesse régulière du câble; la chainette devient alors flottante, il est donc aisé par une légère traction de produire à ce moment le décrochage du convoi. Celui-ci va se garer sur une voie latérale et, le nouveau convoi vide ou chargé de matériaux une fois accroché à sa place, le mécanicien n'a qu'à faire jouer le levier de changement de marche. La commande se fait alors en sens inverse et le câble, suivant le mouvement, entraîne le nouveau convoi vers le front de taille. Ce système a donné des résultats parfaits, les transports ayant pu se faire sur plus de 2800 mètres de galerie.

Le ventilateur aspirait 4 mètres cubes d'air par seconde, sous une dépression de 150 millimètres d'eau.

Dans un prochain article, nous décrirons les travaux exécutés dans les calcaires secondaires.

Les difficultés rencontrées dans la traversée de ces terrains furent très considérables, surtout à cause des grandes venues d'eau qui nécessitèrent, à de fréquentes reprises, la mise en œuvre de travaux de cuvelages très soignés. Le régime des eaux dans ces calcaires, s'ils étaient complètement perméables, autrement dit s'ils étaient complètement traversés par de larges fissures, serait celui de vases communiquants et la nappe d'eau souterraine serait horizontale. De plus, si ces calcaires étaient, en certains endroits, en contact direct avec la mer, le niveau de la nappe souterraine serait naturellement celui de celle-ci. Dans ce cas il est évident, *a priori*, que la galerie de la mer deviendrait inutile et qu'elle n'assécherait guère les exploitations situées au-dessus de ce niveau. Il est loin d'en être ainsi en réalité. Les fentes, traversant ces terrains, sont en effet très irrégulières; elles sont souvent étroites et sans continuité, il en résulte qu'elles constituent un sérieux obstacle pour le libre écoulement des eaux souterraines. Celles-ci ne trouvant pas de déversoirs suffisants pour leur libre écoulement, leur niveau souterrain tend à monter. Ce fait explique comment, malgré l'altitude assez considérable des chantiers d'exploitation des couches carbonifères, celles-ci sont sujettes à être complètement envahies par les eaux.

H. Schmerber,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

*(A suivre.)*

## EXPOSITION DE 1900

### Passerelle sur la Seine entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna.

Dans le dernier numéro du *Génie Civil*, nous avons donné la description et le mode de calcul de la passerelle sur la Seine entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna. Mais les détails dans lesquels nous sommes entré ont peut-être un peu masqué ce que cet intéressant ouvrage a de réellement inédit, à savoir : l'emploi des poutres qui maintiennent la voie, comme tirants destinés à atténuer la poussée de l'arc central.

Cette idée, très ingénieuse, qui a trouvé ici sa première application, mais qui pourra en recevoir bien d'autres (c'est pourquoi nous y revenons), est due à M. Maurice Lévy, qui l'a fait connaître, en 1896, à M. l'Ingénieur Alby, chargé du service des ponts de l'Exposition, et en a exposé le principe dans une note intitulée : *Contribution à l'étude du pont Alexandre III*. Cette note, rédigée par ordre du ministre des Travaux publics, a été imprimée par l'Imprimerie Nationale et distribuée aux membres du Conseil général des Ponts et Chaussées lors de l'examen que cette assemblée a eu à faire du projet du pont Alexandre III. En voici l'essence :

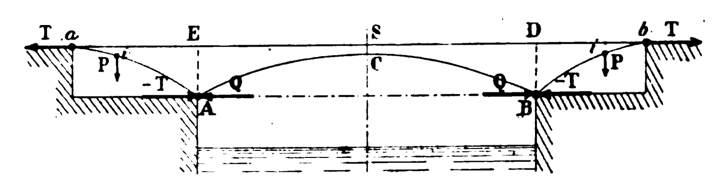
Supposons un arc central ABESD avec des demi-arcs latéraux BD*b* et AE*a* (voir figure ci-jointe). Si les tympans étaient agencés comme dans les ouvrages courants, l'arc ACB exercerait sur ses appuis A et B une poussée considérable Q, ce qui exigerait qu'on établisse en rivière des culées très épaisses, à la fois dispendieuses et encombrantes. Il s'agit d'atténuer cette poussée autant qu'on le désire et même de la supprimer si on le veut; en ce cas, on pourrait remplacer les culées par de simples piles.

Il existe un moyen de supprimer la poussée d'un arc tel que ACB; c'est de le bander par un tirant dirigé suivant sa corde AB. Ce moyen qui remplace l'arc par une poutre droite est inadmissible dans la plupart des cas et, en outre, il ne peut que supprimer brutalement la poussée; il ne peut pas l'atténuer dans la mesure que l'on juge opportune.

Pour obtenir ce dernier résultat sans aucun organe spécial ajouté à l'ouvrage, M. Maurice Lévy a imaginé le dispositif très simple que voici : les deux arcs latéraux B*b* et A*a*, posés sur rotules fixes à leurs extrémités A et B, sont articulés à leurs autres extrémités *a* et *b* à la poutre longitudinale *a*ESD*b* et les charges des parties *a*E et D*b* de l'ouvrage sont reportées directement sur les arcs correspondants *a*A et B*b* par des montants verticaux.

La poussée qui en résulte sur ces arcs se traduit, d'une part, par une traction T exercée sur la poutre supérieure, laquelle forme ainsi tirant et d'autre part, par une *contre-poussée* — T exercée aux extrémités A et B de l'arc central, de sorte que celui-ci, au lieu de la poussée Q, n'exerce plus sur ses supports que la poussée Q — T.

L'atténuation de poussée ainsi obtenue est très sensible, même si la portée des arcs latéraux est faible comparativement à celle de l'arc central, comme c'est le cas pour la passerelle de la Seine, parce que




leur surbaissement est très grand. Comme on dispose de ce surbaissement, on dispose aussi de la valeur de la contre-poussée. On peut encore l'augmenter en pratiquant une articulation *i* dans chaque arc latéral. On peut donc, si on le veut, faire en sorte que la contre-poussée soit égale à la poussée, soit $Q - T = 0$. Alors l'arc central serait dans le même état que si on l'avait matériellement bandé suivant sa corde; l'ouvrage tout entier, tout en ayant les qualités d'un ouvrage à arcs, n'exercerait sur ses quatre supports que des pressions verticales.

On voit donc que ce *principe de la contre-poussée* (c'est ainsi que M. Maurice Lévy l'a appelé dans sa note de 1896) est très élastique. Il peut d'ailleurs être réalisé sous des aspects extérieurs très variés. Le dispositif adopté par MM. Résal et Alby, pour la passerelle de la Seine en aval du pont de l'Alma, en constitue une première et intéressante application.

Ch. Dantin.

### Les Congrès à l'Exposition de 1900.

Un grand nombre de Congrès, dont nous donnons ci-après la liste, auront lieu à Paris pendant la durée de l'Exposition. Ils se tiendront tous dans un même édifice spécialement construit à cet effet et désigné sous le nom de « Palais de l'Économie sociale et des Congrès ».

Ce palais (fig. 1 et 2), s'élève sur la rive droite de la Seine, en amont du pont de l'Alma. Les grandes lignes de la façade rappellent le style Louis XVI dont la fin du règne marque le commencement des études économiques; dès l'abord du Palais, on trouve ainsi une certaine corrélation entre l'aspect extérieur et le but du monument.

La façade principale, en bordure sur le fleuve, présente neuf grandes baies d'égales dimensions, formant trois travées. De chaque côté de la travée centrale s'élèvent deux pylônes dont l'aspect décoratif rompt la monotonie de l'ensemble presque totalement dépourvu d'ornements. A l'exception, en effet, des guirlandes qui couronnent la partie supérieure des grandes baies, il est aisé de voir que la simplicité des lignes architecturales domine partout. La note gaie, dans cette façade blanche, est uniquement donnée par la teinte vert clair des boiseries.

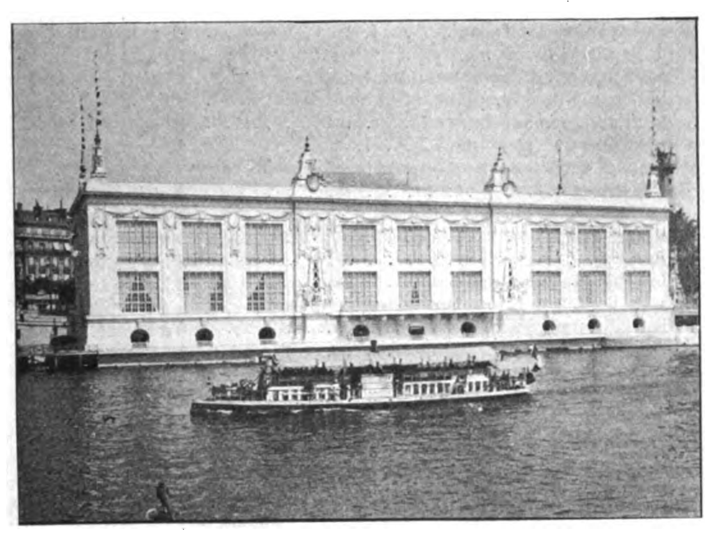


Fig. 1. — Le Palais des Congrès : Façade sur la Seine.



Fig. 2. — Le Palais des Congrès : Façade sur la place de l'Alma.

La façade postérieure, en bordure sur la rue de Paris, et les façades latérales sont encore plus simples. L'une de ces dernières est toute proche des guichets de la place de l'Alma et comporte une entrée principale qui donne immédiatement accès dans le Palais.

Le rez-de-chaussée de cet édifice sera consacré à l'exposition de l'Économie sociale qui comprend les classes 101 à 109 du groupe XVI de la classification, c'est-à-dire tout ce qui a rapport aux réglementations du travail, aux associations, aux syndicats, aux institutions de prévoyance ou autres, etc.

Le premier étage, au contraire, est spécialement affecté à des salles de réunion pour les différents Congrès.

On estime à quarante mille le nombre des congressistes qui viendront de tous les points du globe pour se réunir en de nombreuses séances, pendant la durée de l'Exposition. Aussi a-t-il fallu se préoccuper d'installer plusieurs salles permettant d'organiser leurs réunions dans la plus large mesure. Cinq salles parfaitement aménagées (fig. 3 et 4) sont disposées dans la partie du monument qui est en façade sur la rue de Paris. Quatre d'entre elles, placées deux à deux à chaque extrémité, peuvent contenir de deux cents à trois cents personnes; elles sont réservées aux séances particulières. La cinquième, au centre, doit servir aux grandes conférences et aux auditions musicales; on pourra y faire aussi des projections cinématographiques. Sa décoration est plus riche et ses proportions plus vastes : elle peut contenir huit cents personnes.

Une belle galerie de 100 mètres de longueur dite « salle des congressistes » règne sur toute la façade du monument du côté de la Seine; c'est en quelque sorte une salle de pas-perdus d'où l'on découvrira, pendant les fêtes de nuit, les illuminations sur la rive opposée.

Pour terminer cette courte description, ajoutons que le Palais des

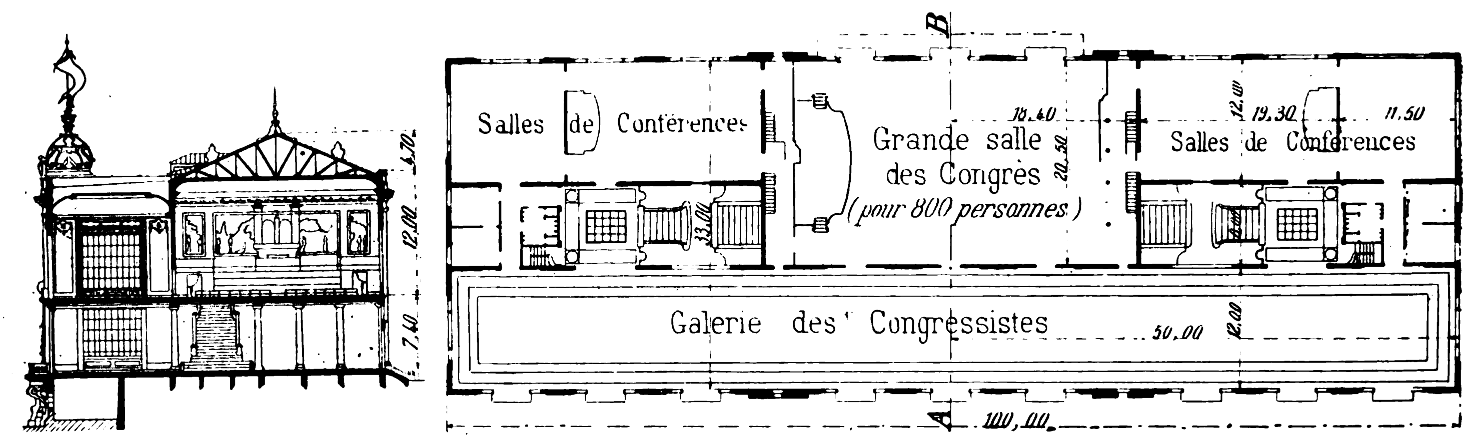



Fig. 3 et 4. — Coupe transversale et plan du premier étage du Palais des Congrès.

Congrès et de l'Économie sociale a pour auteur M. Mewès, architecte, et que ses différentes parties ont été construites par des Sociétés d'ouvriers : « Les Charpentiers de Paris », « Les Maçons de Paris », et la Société des peintres « Le Travail ».

Voici la liste générale par ordre chronologique, des divers Congrès qui se réuniront dans le Palais des Congrès :

Congrès international :

| | |
|---|---|
| — des Sciences de l'Écriture | 24 à 31 mai. |
| — d'Horticulture | 25 à 27 mai. |
| — de la Propriété bâtie | 28 mai à 2 juin. |
| — de Sylviculture | 4 à 7 juin. |
| — des Valeurs mobilières | 4 à 7 juin. |
| — de la Mutualité | 7 à 10 juin. |
| — d'Escrime | 8 à 10 juin. |
| — des Sociétés par actions | 8 à 12 juin. |
| — du Patronage de la Jeunesse ouvrière | 11 à 13 juin. |
| — de la Propriété foncière | 11 à 13 juin. |
| — de l'unification des Titres des matières d'or et d'argent | 11 à 13 juin. |
| — de l'Épicerie | 13 à 15 juin. |
| — de l'Enseignement agricole | 14 à 16 juin. |
| — de Numismatique | 14 à 16 juin. |
| — de la Musique | 14 à 18 juin. |
| — des Stations agronomiques | 18 à 20 juin. |
| — des Habitations à bon marché | 18 à 21 juin. |
| — des Mines et de la Métallurgie | 18 à 23 juin. |
| — des Œuvres et Institutions féminines | 18 à 23 juin. |
| — de Viticulture | 20 à 23 juin. |
| — de l'Alimentation rationnelle du bétail | 21 à 23 juin. |
| — Végétarien | 21 à 23 juin. |
| — des Accidents du travail et des Assurances sociales | 25 à 30 juin. |
| — des Actuaires | 25 à 30 juin. |
| — Ornithologique | 26 à 30 juin. |
| — de la Ramie | 28 à 30 juin. |
| — d'Agriculture | 1er à 7 juillet. |
| — des Syndicats agricoles | 8 à juillet. |
| — du Crédit populaire | 8 à 10 juillet. |
| — des Voyageurs et Représentants de commerce | 8 à 11 juillet. |
| — de l'Automobilisme | 9 juillet. |
| — du Patronage des libérés | 9 à 12 juillet. |
| — des Méthodes d'essai des matériaux | 9 à 16 juillet. |
| — des Associations ouvrières de production | 11 à 13 juillet. |
| — des Sociétés coopératives de consommation | 15 à 17 juillet. |
| — de la Participation aux bénéfices | 15 à 18 juillet. |
| — de Surveillance et de Sécurité en matière d'appareils à vapeur | 16 à 18 juillet. |
| — de la Boulangerie | 16 à 18 juillet. |
| — de la Propriété littéraire et artistique | 16 à 21 juillet. |
| — du Commerce des Vins, Spiritueux et Liqueurs | 16 à 21 juillet. |
| — du Sauvetage | 17 à 23 juillet. |
| — d'Homéoptahie | 18 à 21 juillet. |
| — de l'Alliance coopérative internationale | 18 à 22 juillet. |
| — d'Architecture et de Construction navales | 19 à 21 juillet. |
| — des Associations des anciens élèves des Écoles supérieures de commerce | 19 à 21 juillet. |
| — de Mécanique appliquée | 19 à 25 juillet. |
| — des Associations de Presse | 23 à 26 juillet. |
| — du Commerce et de l'Industrie | 23 à 28 juillet. |
| — d'Histoire comparée | 23 à 28 juillet. |
| — de Médecine professionnelle et de Déontologie médicale | 23 à 28 juillet. |
| — de Photographie | 23 à 28 juillet. |
| — de la Propriété industrielle | 23 à 28 juillet. |
| — de Chimie appliquée | 23 à 28 juillet. |
| — de l'Enseignement des langues vivantes | 24 à 29 juillet. |
| — de la Protection légale des travailleurs | 25 à 29 juillet. |
| — de la Presse médicale | 27 à 29 juillet. |
| — de l'Art théâtral | 27 à 31 juillet. |
| — d'Électrologie et de Radiologie médicales | 27 juillet à 1er août. |
| — de la Navigation | 28 juillet à 3 août. |
| — de Chronométrie | 28 juillet à 4 août. |
| — de l'Enseignement des Sciences sociales | 30 juillet à 3 août. |
| — des Architectes | 30 juillet à 4 août. |

Congrès international :

| | |
|---|---|
| — de l'Enseignement supérieur | 30 juillet à 4 août. |
| — de la Réglementation douanière | 30 juillet à 4 août. |
| — d'Assistance publique et de Bienfaisance privée | 30 juillet à 5 août. |
| — Colonial | 30 juillet à 5 août. |
| — de Droit comparé | 31 juillet à 4 août. |
| — de l'Enseignement secondaire | 31 juillet à 6 août. |
| — de l'Enseignement primaire | 2 à 5 août. |
| — de Philosophie | 2 à 7 août. |
| — de Pharmacie | 2 à 8 août. |
| — de Médecine | 2 à 9 août. |
| — de Dermatologie et de Syphiligraphie | 1 à 9 août. |
| — de la Marine marchande | 4 à 12 août. |
| — pour l'Amélioration du sort des Aveugles | 5 août. |
| — des Sourds-Muets | 6 à 8 août. |
| — Antiesclavagiste | 6 à 9 août. |
| — de Chimie | 6 à 11 août. |
| — de l'Enseignement technique, commercial et industriel | 6 à 11 août. |
| — des Mathématiciens | 6 à 11 août. |
| — de Physique | 6 à 11 août. |
| — de Sociologie coloniale | 6 à 11 août. |
| — Dentaire | 8 à 14 août. |
| — de la Presse de l'Enseignement | 9 à 11 août. |
| — de la Meunerie | 9 à 11 août. |
| — de Sténographie | 9 à 15 août. |
| — d'Hygiène | 10 à 17 août. |
| — des Officiers et Sous-Officiers de Sapeurs-Pompiers | 12 août. |
| — de l'Alpinisme | 12 à 14 août. |
| — de l'Hypnotisme | 12 à 15 août. |
| — de Bibliographie | 16 à 18 août. |
| — Géologique | 16 à 28 août. |
| — d'Électricité | 18 à 25 août. |
| — des Œuvres d'Assistance en temps de guerre | 20 à 25 août. |
| — d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques | 20 à 25 août. |
| — des Bibliothécaires | 20 à 25 août. |
| — contre l'abus du Tabac | 20 à 25 août. |
| — de Psychologie | 22 à 25 août. |
| — des Sciences ethnographiques | 26 août à 1er sept. |
| — de Géographie économique et commerciale | 27 à 31 août. |
| — de l'Enseignement du dessin | 29 août à 1er sept. |
| — de l'Éducation physique | 30 août à 6 sept. |
| — pour l'Unification du numérotage des fils des textiles | 3 et 4 septembre. |
| — des Spécialités pharmaceutiques | 3 et 4 septembre. |
| — d'Études basques | 3 à 5 septembre. |
| — du Gaz | 3 à 5 septembre. |
| — de l'Histoire des religions | 3 à 8 septembre. |
| — de la Condition et des Droits des Femmes | 5 à 8 septembre. |
| — de l'Éducation sociale | 6 à 9 septembre. |
| — d'Apiculture | 10 à 12 septembre. |
| — des Traditions populaires | 10 à 12 septembre. |
| — des Associations d'inventeurs | 10 à 13 septembre. |
| — des Sociétés laïques d'Enseignement populaire | 10 à 13 septembre. |
| — des Tramways | 10 à 13 septembre. |
| — de Météorologie | 10 à 16 septembre. |
| — d'Arboriculture et de Pomologie | 13 et 14 septembre. |
| — d'Aquiculture et de Pêche | 14 à 19 septembre. |
| — d'Aéronautique | 15 à 20 septembre. |
| — des Américanistes | 17 à 21 septembre. |
| — des Chemins de fer | 20 à 29 septembre. |
| — de l'Acétylène | 22 à 28 septembre. |
| — de la Paix | 29 sept. à 6 octobre. |
| — de Droit maritime | 1er à 3 octobre. |
| — de Botanique | 1er à 6 octobre. |
| — du Repos du dimanche | 9 à 12 octobre. |
| — pour l'Étude des fruits de pressoir | 12 et 13 octobre. |
| — de l'École des Expositions | Juin, juill., août, sept. |

Nous nous proposons de donner dans la suite quelques détails sur les programmes des Congrès intéressant plus spécialement l'art de l'Ingénieur. Pour avoir des renseignements complets sur tous les Congrès ci-dessus énumérés, il suffit, d'ailleurs, de s'adresser à M. Gariel, délégué principal (Administration de l'Exposition de 1900, 2, avenue Rapp).

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Société des Ingénieurs civils.

*Séance du 18 mai 1900.*

Présidence de M. G. CANET, Président.

I. — M. E. HUBOU fait une communication sur le *Noir d'acétylène et ses dérivés.*

Le *Génie Civil*, dans son dernier numéro (1), a déjà donné des renseignements sur cette nouvelle industrie.

II. — M. L. COISEAU présente une communication sur les *Travaux du port de Bilbao.*

M. Coiseau donne d'abord quelques renseignements sur le port de Bilbao, qui est un des plus importants de l'Espagne. Il montre de quelle influence ont été sur son développement les travaux d'amélioration du Nervion et de son embouchure qui ont été terminés en 1890 et ont coûté 16 millions de pesetas. Le tonnage des navires qui fréquentent ce port est, depuis 1896, d'environ 5 800 000 tonneaux, alors qu'en 1878, il ne dépassait pas 1 340 000 tonneaux.

Cependant, les travaux de redressement et les dragages du Nervion qui ont eu pour effet de dégager la passe encombrée de sables et la construction du môle de Portugalete qui était le principal ouvrage de direction du chenal à travers l'embouchure ne suffisaient pas pour rendre l'entrée praticable aux navires par les gros temps. La construction d'un port extérieur fut décidée. MM. L. Coiseau, A. Couvreux et Félix Allard furent chargés de l'exécution d'un brise-lames, en 1888, et d'un contre-môle, en 1894. Le coût de ces travaux s'élève à 38 700 000 pesetas.

Le port extérieur de Bilbao a environ 280 hectares de superficie à marée basse, dont 150 avec des fonds variant de 8 à 15 mètres au-dessous des plus basses mers. Il est limité et abrité par deux jetées : l'une de 1 450 mètres de longueur, appelée brise-lames, part de la côte ouest et se dirige vers la rive est; l'autre appelée le contre-môle, part de la rive est et a une longueur de 1 072 mètres. Ces deux jetées laissent entre elles une entrée de 600 mètres pour le passage des navires.

M. Coiseau donne de nombreux détails sur les difficultés d'exécution du brise-lames, à cause de la violence des tempêtes qui règnent dans ces parages.

Pendant deux hivers consécutifs, le brise-lames, construit d'après un profil semblable à celui des jetées de la baie de Saint-Jean-de-Luz, fut complètement démoli, bien que les dimensions des sections et le poids des blocs aient été augmentés pour plus de sécurité. La superstructure qui s'avançait à 253 mètres en mer fut détruite. Un massif de maçonnerie, cubant 800 mètres cubes et pesant plus de 1 600 tonnes avait été enlevé et projeté à l'intérieur du port, à 32 mètres de sa position initiale. La puissance des vagues a pu être estimée à 25 ou 28 tonnes par mètre carré appliquées à 4 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le profil a nécessairement dû être modifié : on a élargi la base en enrochements de 40 mètres vers l'intérieur du port, et, sur cette base arasée à 5 mètres en contre-bas de marée basse, on a posé des caissons de 13 mètres de longueur, 7 mètres de largeur et de 7 mètres de hauteur pour former le soubassement; ces caissons, quand ils sont remplis de béton, pèsent environ 1 400 tonnes; ils sont surmontés de la superstructure qui pèse environ 800 tonnes : chaque tronçon représente donc un poids de 2 200 tonnes.

Le travail, commencé suivant ce profil en 1895, a progressé chaque année : le brise-lames est construit actuellement sur 950 mètres, soit les deux tiers de sa longueur; des nombreuses tempêtes sont survenues depuis, il n'y a plus eu d'avaries. M. Coiseau fait remarquer que c'est la première jetée construite suivant cette méthode; il estime qu'elle se généralisera probablement, car elle donne des bons résultats; elle est plus expéditive que celles employées jusqu'à ce jour et ne coûte pas plus cher.

Le contre-môle est construit différemment; sur la base en enrochements naturels, on pose des sacs remplis de béton pour former le soubassement et sur ces sacs émergeant et arasés au-dessus à marée basse on pose les blocs de parement de la superstructure. Cet ouvrage, construit sur les quatre cinquièmes de sa longueur, n'a subi aucune avarie grâce à son orientation : les lames courent parallèlement à sa face extérieure et viennent déferler et perdre leur énergie sur la plage, tandis qu'elles attaquent le brise-lames à angle droit.

Pour l'exécution de ces travaux. MM. Coiseau, Couvreux et Allard ont installé trois chantiers, un central, un autre au brise-lames, le troisième au contre-môle; tous les trois sont équipés électriquement.

Le chantier central comporte les carrières, l'estacade de chargement, le parc aux blocs artificiels de 30 et 50 mètres cubes, l'atelier de construction des caissons. Les blocs sont manœuvrés, pour leur chargement en bateau, par trois appareils mus électriquement : un bardeur, un truc et un transbordeur; c'est le premier chantier de travaux publics installé de cette façon.

L'énergie électrique est également employée pour faire fonctionner les grues Titan du brise-lames et du contre-môle chargées de la mise en place des caissons et des blocs de 60 tonnes; dans ces deux chantiers, chaque génératrice fournit l'énergie à 8 réceptrices actionnant différents outils et le mouvement des Titans. Les chalands à clapets pour le transport des enrochements naturels et des blocs artificiels présentent également quelques nouveautés, notamment dans la manière de soutenir, à l'aide de presses hydrauliques, les petites portes sur lesquelles reposent ces blocs.

Les travaux sont très avancés. On a employé, jusqu'à la fin de 1899, 2 186 458 tonnes d'enrochements naturels et 374 014 mètres cubes de béton. Ce dernier s'est très bien comporté et aucune trace de détérioration n'a été relevée. Les travaux seront complètement achevés en 1902.

A. B.

### Académie des Sciences.

*Séance du 21 mai 1900.*

**Chimie.** — *Recherches sur la formation de l'acide azotique pendant les combustions : carbone;* par M. BERTHELOT.

La formation de petites quantités d'acide azotique, ou plus exactement d'oxydes de l'azote transformables en cet acide, dans la combustion de l'hydrogène et des gaz et matières hydrocarbonés, a été observée par une multitude de chimistes, et tout d'abord par Cavendish, au cours de ses célèbres expériences sur la production de l'eau : mais elle n'a pas été l'objet d'une étude systématique. C'est cette étude que M. Berthelot a entreprise, en utilisant ses très nombreuses déterminations des chaleurs de combustion et de formation des composés organiques. Pendant l'exécution de ces déterminations, qui s'élèvent à plus d'un millier, il a dû, en effet, mesurer chaque fois la petite dose d'acide azotique formée, en raison de l'oxydation simultanée de l'azote, contenu dans l'oxygène employé.

Le carbone, les composés binaires, ternaires et quaternaires, formés par l'association du carbone avec l'hydrogène, le chlore, le soufre, l'oxygène, l'azote lui-même, sous les formes diverses d'amides, de nitriles, de dérivés nitrés, ont été l'objet de ses recherches.

Il se propose de parler d'abord de la combustion des éléments, carbone, soufre, hydrogène, avant de résumer les observations relatives à leurs composés.

Il a d'ailleurs fait varier les poids du corps combustible entre des limites considérables, tout en prenant la précaution de maintenir constamment l'oxygène en grand excès. La combustion elle-même a eu lieu dans ses expériences de différentes façons.

Le plan de M. Berthelot est d'exposer d'abord les faits observés; il cherchera ensuite à en tirer quelques déductions générales, spécialement en ce qui touche l'intervention de la chaleur et de l'électricité dans les phénomènes attribués jusqu'ici, d'une manière vague, à la propagation de l'action chimique par entraînement.

Sa première communication est limitée à l'étude de la combustion du carbone.

Les quantités d'acide azotique formées dans l'air par la combustion, quelque faibles qu'elles soient, ne sauraient, d'ailleurs, être regardées comme négligeables pour l'agriculture des peuples civilisés, car elles sont transmises à la terre arable par la pluie et les rosées.

Si l'on admet que, dans le département de la Seine, il se brûle, chaque année, 4 millions de tonnes de combustibles divers : houilles, pétroles, etc., chiffre approximatif donné par les statistiques, et si l'on assimile cette combustion à celle du charbon, il en résulte une production annuelle d'environ 367 000 kilogr. d'acide azotique, soit 1000 kilogr. par jour. Cela fait, par chaque hectare de ce département et par an, 8 kilogr. environ d'acide azotique provenant des industries humaines : tel est l'ordre de grandeur de l'influence exercée par les combustions d'une grande ville. Des évaluations analogues, quoique plus vagues, étendues à la France entière donneraient, pour les seuls combustible susindiqués, 0gr 1 d'acide azotique par hectare. Mais ce chiffre est beaucoup trop faible, en raison de la consommation du bois, des herbes et broussailles, de la tourbe, lesquels le porteraient à plusieurs décigrammes par hectare, d'après les évaluations les plus probables.

**Chimie.** — *Limites de combustibilité par l'oxyde de cuivre au rouge de l'hydrogène et des gaz carbonés dilués dans de grands volumes d'air.* Note de M. Armand GAUTIER.

En passant sur l'oxyde de cuivre au rouge, l'hydrogène et les hydrocarbures sont transformés en eau et en acide carbonique; mais cette oxydation est déjà retardée, dans une certaine mesure, par les produits mêmes qui se forment; et, dans le cas où l'hydrogène ou les vapeurs combustibles sont mélangés d'avance à de grands volumes de gaz inertes, on peut se demander si leur combustion est totale.

La question, intéressante en elle-même, de l'influence des grandes masses de gaz étrangers sur la combustibilité de l'hydrogène et des hydrocarbures, se pose nécessairement à propos de la recherche des gaz hydrogénés de l'atmosphère. On sait qu'en faisant passer de l'air lavé aux alcalis et parfaitement sec sur de l'oxyde de cuivre au rouge, Boussingault observa, il y a longtemps, qu'il se produit toujours un peu d'eau et d'acide carbonique. Il existe donc des vapeurs combustibles dans l'air, mais l'on ignore dans quelles limites leur combustion par l'oxyde de cuivre permet de les doser ou de reconnaître leur nature.

M. A. Gautier examine surtout les cas de l'hydrogène et du gaz des marais.

**Chimie minérale.** — *Action de l'eau sur le sulfate mercureux.* Note de M. GOUY.

Le sulfate mercureux joue un rôle important dans les piles étalons et, à ce titre, intéresse les physiciens. Sa décomposition par l'eau et la formation de sulfate mercureux basique avaient été peu étudiées; M. Gouy a fait quelques recherches pour combler cette lacune.

Le sel, exempt de sulfate mercurique et d'acide libre et réduit en poudre fine, jaunit dès qu'on l'agite avec de l'eau distillée froide. Si l'on renouvelle l'eau, la coloration s'accentue; elle rappelle celle du sulfate mercurique basique, mais avec une nuance verdâtre bien marquée; finalement, il reste du sulfate mercureux basique presque insoluble.

Le sulfate mercureux basique ainsi obtenu, à 20° ou à 60°, est une poudre jaune vert, soluble dans 25 000 parties d'eau à 20°, qui a pour formule $Hg^2O, Hg^2SO^4, H^2O$, quand on l'a séché à froid, ou à 100° pendant quelques heures. Il s'altère à la longue à 100°, et rapidement à 130°, en prenant une teinte beaucoup plus sombre, puis, à des températures supérieures, il noircit et donne ensuite du bioxyde de mercure.

Le sulfate mercureux basique, en présence d'un excès d'acide sulfurique très étendu (acide déci-normal, par exemple), blanchit aussitôt en donnant le sulfate *mercureux* ordinaire; ces caractères le distinguent nettement du sulfate mercurique basique.

Il en résulte que, pour laver à froid le sulfate mercureux, le mieux est d'employer de l'acide sulfurique étendu à $^1/_{10\,000}$, qui ne peut décomposer le sel pur; si celui-ci jaunit, c'est qu'il contient du sulfate mercurique.

Au point de vue des éléments étalons, il était utile de rechercher comment se comportent les solutions saturées de $Zn\,SO^4$ et de $Cd\,SO^4$, employées au lieu d'eau pure, en présence du sulfate mercureux. Après précipitation du mercure par NaCl, M. Gouy a constaté que la liqueur est sensiblement neutre (en prenant comme indicateurs l'hélianthine Poirrier ou le rouge Congo). Bien que la sensibilité de ces réactifs soit ici plus faible qu'avec l'eau pure, il en résulte que la décomposition du sulfate mercureux est beaucoup moindre qu'avec l'eau; la solubilité est au contraire plus grande. Les sels contenant des sulfates basiques de zinc ou de cadmium noircissent et décomposent le sulfate mercureux, et doivent être absolument évités dans les éléments étalons.

G. H

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 4, p. 62.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Expériences comparatives, faites au chemin de fer de l'État français, sur les locomotives à simple et à double expansion.** — La *Revue générale des Chemins de fer* du mois d'avril a publié une étude de M. Desdouits sur les résultats d'exploitation obtenus par l'emploi simultané de locomotives à simple expansion, munies de tiroirs cylindriques, et de machines compound effectuant le même service. L'auteur a analysé le fonctionnement de ces deux types de locomotives, tant au point de vue de leur puissance utile que de la dépense entraînée pour la réaliser. Les conclusions auxquelles il a été conduit seraient de nature à modifier l'impression généralement favorable, ainsi que l'opinion optimiste que la plupart des ingénieurs se sont faite au sujet de la supériorité de la machine compound, si les expériences dont il est rendu compte ne présentaient quelque incertitude, notamment en ce qui concerne l'évaluation des efforts tangentiels par la méthode du pendule dynamométrique.

Il est à noter également que les résultats de l'expérience, dans d'autres Compagnies de chemins de fer, sont parfois en opposition avec ceux qui ressortent des essais de l'État français, en particulier pour la détermination de la limite de puissance réalisable avec les machines compound actuelles, remorquant des trains rapides.

Quoi qu'il en soit, la note susdite est une importante contribution à l'analyse rationnelle des conditions de fonctionnement de la vapeur dans les cylindres de locomotives. Nous en résumerons les faits les plus saillants.

L'usage des pressions élevées n'exige pas inéluctablement l'emploi de la double expansion : l'utilisation de la vapeur peut se faire dans d'aussi bonnes conditions avec des machines monocylindriques de dimensions modéré s, ayant de grands espaces morts et de larges sections de passage de la vapeur dans les conduits et les lumières. Au point de vue économique, la machine compound ne présente pas d'avantage sur la locomotive à simple expansion à tiroirs cylindriques.

Sous le rapport de la puissance, la machine duplex est inférieure à la locomotive ordinaire, aux très grandes vitesses, mais elle retrouve sa supériorité pour la traction des trains lourds à faible allure.

#### CONSTRUCTIONS NAVALES

**Construction des navires dans le monde.** — Dans l'*Engineering Magazine*, du mois de mars, M. Benjamin Taylor passe en revue la construction des navires dans le monde.

La flotte du monde entier s'est accrue, en 1899, d'environ 2 500 000 tonneaux, soit de 200 000 tonneaux de plus qu'elle ne l'avait fait en 1898, année qui surpassait de beaucoup les précédentes.

La production de navires du Royaume-Uni seulement a été de 1 731 543 tonneaux, tant pour les chantiers privés que pour les chantiers du gouvernement. Celle de tous les autres pays réunis n a été que de 835 000 tonneaux. La France y figure pour 62 000 tonneaux, l'Allemagne pour 260 000, les États-Unis pour 267 600, la Russie pour 40 000, l'Italie pour 46 000, la Belgique et la Hollande pour 59 000 tonneaux, etc.

Les sept plus grands constructeurs de navires ont été, en 1899 :

| | | |
|---|---|---|
| 1. Harland and Wolf, à Belfast. . . . | tonneaux | 82 634 |
| 2. William Gray and Cº, à West Hartlepool . . . . . . . . . . . . . . | — | 77 500 |
| 3. Vulcan Gesellschaft, à Stettin . . . | — | 68 712 |
| 4. The Furness Cº, à West Hartlepool. | — | 62 100 |
| 5. Blohm und Voss, à Hambourg . . . | — | 59 300 |
| 6. The Armstrong-Whitworth Cº, à Newcastle . . . . . . . . . . . . | — | 57 330 |
| 7. Russell and Cº, à Port Glasgow . . | — | 52 500 |

Les constructeurs de machines marines qui ont produit, en 1899, la plus grande puissance, en chevaux-vapeur, sont :

| | | |
|---|---|---|
| 1. Vulcan Gesellschaft, à Stettin | chevaux-vapeur | 88 300 |
| 2. A. Laing and Cº, à Wallsend | — | 67 600 |
| 3. Harland and Wolf, à Belfast | — | 66 150 |

En Amérique et en Allemagne, l'accroissement de production des navires s'est produit pour les navires à vapeur. En France, au contraire, les trois quarts du tonnage des bateaux construits l'an dernier sont représentés par des bateaux à voiles; la France est, en effet, le seul pays au monde qui augmente sa flotte de grands voiliers. En 1899, on a lancé 24 bateaux à voiles de 2 000 tonneaux et au-dessus : c'est le résultat du système des primes, ce type de bateau étant celui qui touche la plus forte prime.

L'accroissement de la flotte marchande du monde est caractérisé par les trois points suivants : 1° l'emploi de plus en plus développé de l'acier; 2° l'accroissement des dimensions des bateaux à marchandises aussi bien qu'à voyageurs; 3° l'accroissement de puissance et de vitesse des bateaux à voyageurs et des grands transports.

L'auteur termine son article en passant en revue l'emploi d'une, deux ou trois hélices, l'emploi de l'acier au nickel, et l'influence de l'augmentation du prix des matières premières et du taux des salaires.

#### HYDRAULIQUE

**Nouvelle usine hydraulique et réservoir d'eau pour l'alimentation de la ville de Latrobe (États-Unis).** — La ville de Latrobe (Pensylvanie) était alimentée, jusqu'en ces derniers temps, par la Latrobe Water Cº, avec de l'eau puisée directement dans la Loyalhanna River.

A la suite de l'extension de la ville et de l'installation d'usines et de houillères à l'amont de la prise d'eau, on essaya d'abord de reporter celle-ci plus haut, et l'on se décida enfin à construire, suffisamment en amont, une nouvelle usine hydraulique, puisant également dans la rivière, mais envoyant l'eau dans un réservoir où elle se décante, avant d'être distribuée.

L'*Engineering Record*, du 31 mars, décrit cette nouvelle installation. Le réservoir d'eau est situé à environ 800 mètres de l'usine hydraulique; la surface de l'eau, lorsqu'il est rempli y est à 54m 10 au-dessus du sol de la salle des machines, et comme celui-ci est à 2m 60 au-dessus de la crête du barrage, la hauteur totale à laquelle les pompes élèvent l'eau est de 56m 70.

Une conduite spéciale contourne le réservoir; son point culminant est à 15m 25 au-dessus du niveau d'écoulement de ce dernier, de sorte qu'en cas d'incendie grave, on peut accroître d'autant la pression en refoulant l'eau dans cette conduite. Celle-ci est en fonte, ainsi que la conduite élévatoire, et elles ont 0m 40 de diamètre.

L'usine contient trois des anciennes pompes et une pompe Worthington compound à condensation, dont le débit est de 13 620 mètres cubes, et dont les cylindres à vapeur ont 0m 36 et 0m 63 de diamètre, et le cylindre à eau 0m 41, avec une course commune de 0m 38. Ces quatre pompes peuvent fournir un débit total de 31 780 mètres cubes.

Le réservoir, de forme triangulaire, est partie en déblai, partie en remblai; il peut contenir 41 000 mètres cubes d'eau, ce qui représente la consommation de trois jours. Une conduite de 4km 8 de longueur et de 0m 46 de diamètre relie ce réservoir à la ville.

Cette installation fonctionne depuis six mois, à la satisfaction des habitants, qui ne se plaignent plus de la qualité de l'eau. D'ailleurs, bien que la consommation ait presque doublé, les frais d'exploitation n'ont pas augmenté.

#### DIVERS

**Calcul des pressions et des vitesses développées, en artillerie, par la cordite.** — Dans le *Journal of the United States Artillery*, de mars-avril, M. A. Bremberg publie une étude sur le calcul des pressions et des vitesses développées, en balistique, par la cordite.

Déterminer la vitesse d'un projectile pendant sa course à travers l'air est une chose relativement simple. Déterminer la vitesse qu'il prendra avec une charge donnée, sans faire éclater cette charge, est un problème plus compliqué. Il peut, cependant, être résolu, pourvu que l'on possède certaines données, et que ces données soient convenablement utilisées.

Le calcul des vitesses que l'on peut obtenir au moyen de charges de poudre noire est une opération bien connue des spécialistes en artillerie. Dans le cas de la cordite, la vitesse ne peut être déduite des tables relatives à la poudre noire qu'au moyen d'une constante, qu'il faut déterminer pour chaque classe d'arme à feu, d'où une opération supplémentaire.

La combustion de la cordite obéit, comme celle de la poudre noire, à des lois bien définies; et pour faciliter le calcul des vitesses données par la cordite, il est nécessaire, comme pour la poudre noire, d'établir mathématiquement un tableau de valeurs correspondantes qui puisse servir à transformer directement certaines données que l'on peut obtenir en certaines autres équivalentes d'où l'on puisse déduire la vitesse du projectile. C'est là la tâche que s'est proposée M. A. Bremberg.

Le résultat de son travail est une table dont il décrit l'application dans le cas de différents problèmes et qui lui sert à traiter un certain nombre d'exemples.

### Ouvrages récemment parus.

**Gedenkboek uitgegeven ter Gelegenheid van het vijftigjarig Bestaan van het koninklijk Instituut van Ingenieurs. 1847-1897.** — *Mémorial publié à l'occasion du cinquantenaire de l'Institut royal des Ingénieurs néerlandais. 1847-1897. (Traduction française du texte).* — Deux volumes in-folio reliés : l'un de 337 pages, avec figures dans le texte et 84 planches hors texte; l'autre de 214 pages. — Van Langenhuysen frères, éditeurs, La Haye 1899.

En 1897, l'Institut royal des Ingénieurs néerlandais a célébré son cinquantenaire par la publication d'un *Mémorial* qui constitue une revue rapide des travaux projetés et exécutés par ses membres pendant les cinquante dernières années.

Les premières démarches relatives à la fondation de cet Institut remontent en effet à 1847. C'est le 24 mai que M. Frederik Willem Conrad, Ingénieur de 1re classe du Waterstaat et Ingénieur en chef des chemins de fer hollandais, M. Leopold Johannes Antonius van der Kun, chef de la division des chemins de fer au département de l'Intérieur et M. Gerrit Simons, directeur de l'Académie royale pour la formation d'Ingénieurs civils, fondée à Delft en 1842, firent répandre une circulaire invitant à concourir à la fondation d'un Institut néerlandais d'Ingénieurs.

Le 31 août de la même année, 186 personnes, qui exerçaient la profession d'Ingénieurs ou s'occupaient des sciences s'y rattachant, avaient adhéré aux bases énoncées dans cette circulaire. Par arrêté royal du 1er février 1848, la fondation de l'Institut, son règlement projeté furent approuvés et l'Association fut autorisée à prendre le titre d'Institut royal.

En 1851, une section autonome de l'Institut fut fondée aux Indes néerlandaises à Sourabaya, sous le titre de « Section de l'Est de Java ». Elle fut remplacée en 1875 par la subdivision encore existante, connue sous le nom de « Section des Indes néerlandaises ».

L'Institut royal des Ingénieurs néerlandais compte actuellement 783 membres.

Le *Mémorial* est divisé en 17 chapitres composés chacun d'un grand nombre d'articles par différents auteurs. Les deux premiers chapitres sont consacrés aux rivières, et aux canaux et écluses; viennent ensuite les autres voies de communication : chemins de fer et routes. Dans les chapitres suivants, les différents articles concernent l'écoulement des eaux, les ports et l'éclairage des côtes. D'autres auteurs étudient ensuite des sujets de grande importance pour la Hollande : les travaux de défense contre les eaux, et les terrains gagnés sur les eaux. Dans le neuvième chapitre, plusieurs Ingénieurs passent en revue différents travaux relatifs aux édifices et aux villes; tandis que le dixième chapitre est consacré aux affaires militaires. Les constructions de navires, la mécanique et l'électricité forment les sujets des deux chapitres suivants. Deux autres chapitres sont relatifs aux cartes, etc., et à l'enseignement. Divers sujets qui ne rentrent pas sous les rubriques précédentes sont traités dans le 15e chapitre. Enfin des deux derniers chapitres, l'un est consacré aux Indes néerlandaises orientales et occidentales; l'autre à l'extérieur, autrement dit aux travaux exécutés à l'étranger.

**Guide à travers la Section russe**, édité par les soins du Commissariat général de Russie. — Un volume in-12° de 63 pages, avec un plan de l'Exposition indiquant les emplacements russes. — Prix : 0 fr. 50.

Le Commissariat général de Russie, afin de faciliter la visite de la section russe à l'Exposition de 1900, a fait rédiger un Guide qui présente le tableau sommaire du contenu des divers groupes et des pavillons isolés. Une carte très exacte porte en couleur verte les emplacements russes.

*Le Gérant* : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 6. N° 939. Samedi 9 Juin 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro : 1** franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Constructions civiles** : Usine électrique de la Compagnie « Le Triphasé » à Asnières (Seine) (*planches VI, VII, VIII et IX*), p. 89; L. Moriès. — **Mines** : Les Sables aurifères du Cap Nome (Alaska), p. 97; R. de Batz; — Mines de lignite de Gardanne (Bouches-du-Rhône). Construction d'une galerie souterraine destinée à relier la concession à la mer (*suite et fin*), p. 100; H. Schmerber. — **Jurisprudence** : Les actions de priorité, p. 102; Louis Rachou. — **Variétés** : Mandrin pour fixer sur le tour des pièces de forme quelconque, p. 103; — Poulie à embrayage à friction, p. 104. — **Exposition de 1900** : Les Congrès internationaux à l'Exposition de 1900, p. 104. — *Correspondance* : Pince d'extraction pour puits artésien, p. 105; Th. Guérin.
Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences (28 mai 1900), p. 106. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 106; — Ouvrages récemment parus, p. 108.

*Planches VI, VII, VIII et IX* : Usine électrique de la Compagnie « Le Triphasé ».

## CONSTRUCTIONS CIVILES

### USINE ÉLECTRIQUE DE LA COMPAGNIE « LE TRIPHASÉ » à Asnières (Seine).

*(Planches VI, VII, VIII et IX.)*

**Description générale.** — Lorsqu'il y a vingt-cinq ans on a commencé à distribuer les courants électriques, on a employé d'abord les courants continus de 100 à 110 volts. En raison de la perte de charge dans les conducteurs, on a constaté qu'on ne pouvait guère, à moins de dépenses excessives, dépasser un rayon de 600 mètres.

Désirant augmenter le périmètre desservi, on a alors imaginé le système à trois fils dans lequel on produit du courant à 220 volts et on le distribue à 110 volts. On atteint ainsi un rayon de 1 200 mètres.

Avec le système à 5 fils, qui est adopté à Paris par deux Sociétés, on produit à l'usine du courant à 440 volts et on le distribue à 110 dans un rayon pouvant dépasser 2400 mètres.

Sans parler des différents courants alternatifs, nous dirons seulement que, dans ces dernières années, on a réussi à produire du courant triphasé à 5 000 volts et même davantage, qui permet avec une seule usine de desservir un rayon de 8 à 10 kilom. On peut même aller plus loin puisque la perte de charge n'est que 10 % à 15 kilomètres.

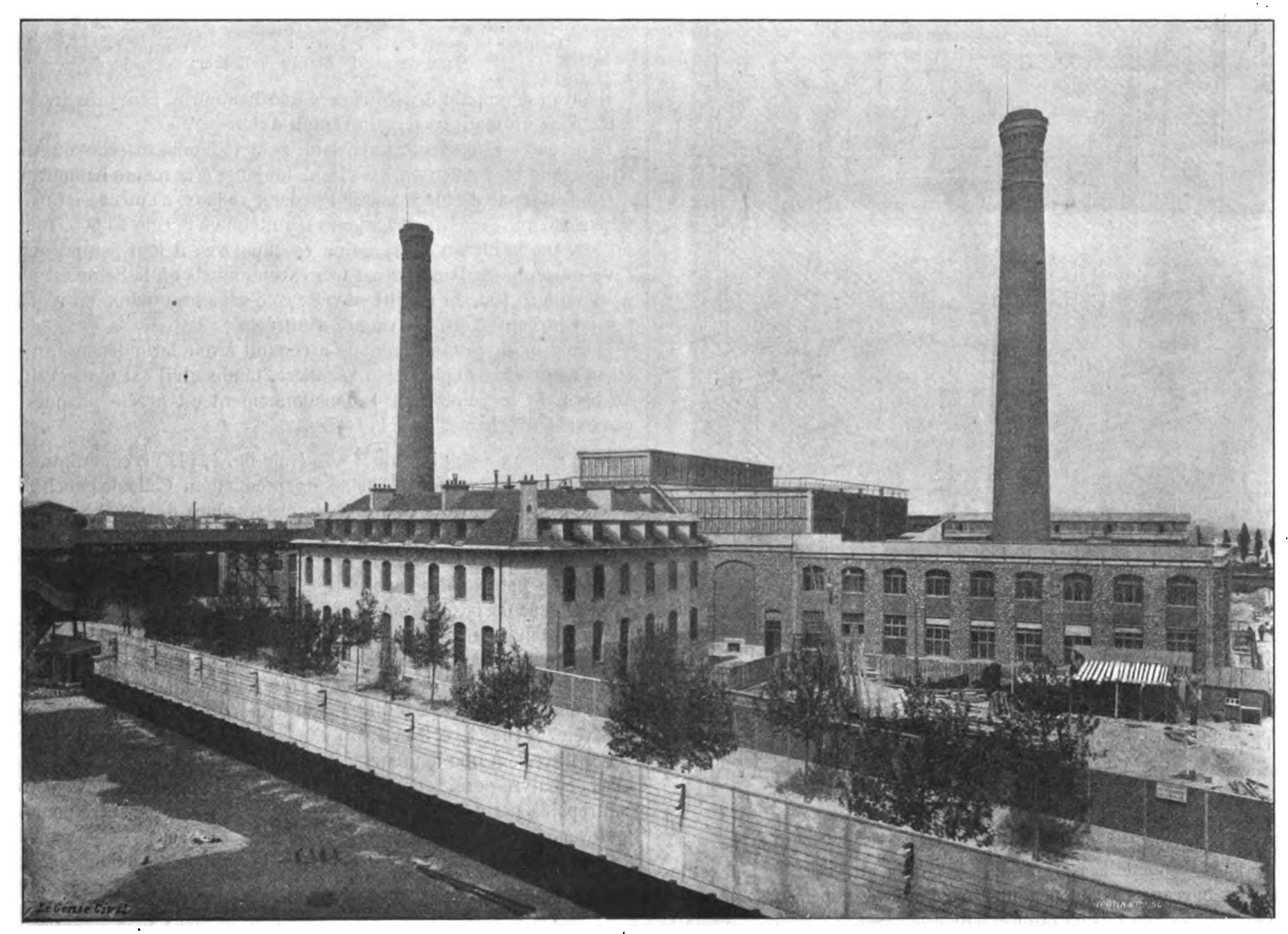


Fig. 1. — Usine du Triphasé, à Asnières : Vue générale de l'usine.

Les superficies pouvant être avantageusement desservies avec les différents systèmes cités sont donc :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Système à 2 fils à | 110 volts | 108 hectares. | |
| — 3 — | 220 — | 432 | — |
| — 5 — | 440 — | 1 728 | — |
| Triphasé | 5 000 — | 30 000 | — |

Lorsque la distribution doit se faire en courant triphasé de voltage réduit, il est préférable d'adopter 50 périodes qui conviennent pour les lampes à arc et diminuent les dimensions des transformateurs. Mais lorsqu'on a en vue surtout une clientèle de force, il vaut mieux adopter 25 périodes et transformer, au lieu d'emploi, en courant continu, la partie de la production destinée à l'éclairage et à la charge des accumulateurs.

C'est cette solution qui a été adoptée par la Société « le Triphasé ».

Elle fait construire aux portes de Paris une grande usine d'énergie électrique dans laquelle se trouveront réunies toutes les conditions d'économie et de sécurité dans le service. Le but de la Société est de fournir de grandes quantités d'énergie aux Sociétés d'éclairage, aux lignes de tramways, aux grandes usines et cela au plus bas prix possible.

Pour y arriver il fallait sortir de Paris, il fallait se placer le long de la Seine pour recevoir économiquement le charbon et avoir en abondance l'eau nécessaire à la condensation. Il fallait aussi trouver

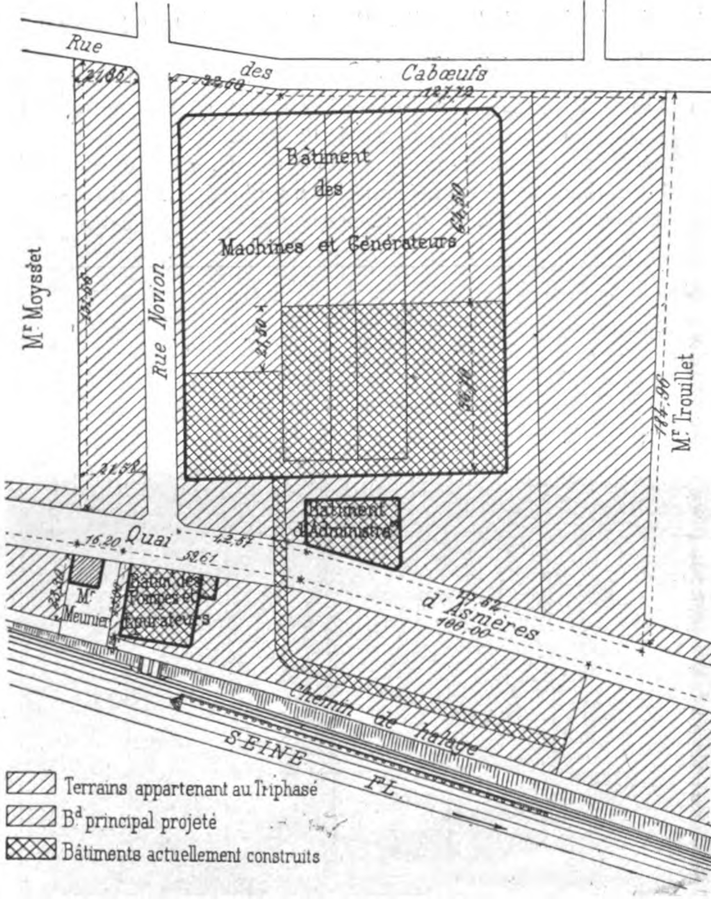



Fig. 2. — Plan général des installations.

des terrains à un prix modéré et pouvoir occuper de grandes surfaces.

Ces conditions ont paru réalisées par l'acquisition de plus de 5 hectares de terrains dans la commune d'Asnières en aval des ponts de Clichy (fig. 2).

Le plan général de l'usine se trouvait tout indiqué par la disposition des terrains. La bande de terre située entre le chemin vicinal et la Seine se prêtait très bien à un grand dépôt de charbon, nécessaire pour parer aux interruptions de la navigation. On y a édifié également un bâtiment destiné au service des eaux.

De l'autre côté de la route se trouve en bordure un bâtiment contenant les bureaux et deux logements d'employés supérieurs.

Derrière s'étend l'usine proprement dite.

Il a semblé qu'une usine de 20 000 kilowatts était assez grande et que si, dans l'avenir, cette quantité devenait insuffisante, il serait préférable de construire une seconde usine en se rapprochant autant que possible des lieux d'emploi.

Préoccupé de la nécessité d'assurer le service quoi qu'il arrive, on a décidé de diviser cette usine en deux parties indépendantes de 10 000 kilowatts chacune.

Tout a donc été projeté en double, les prises d'eau, les canaux d'évacuation, les conduites d'alimentation, etc., de telle sorte qu'en cas d'accident ou d'avarie à une partie quelconque de ces installations si compliquées, on puisse arrêter complètement la moitié de l'usine et travailler avec l'autre.

Cette même préoccupation a fait admettre des groupes de 2 000 kilowatts formés chacun de deux machines de 1 000 kilowatts, de huit chaudières et d'une cheminée.

Il y aura dix de ces groupes qui sont absolument indépendants l'un de l'autre, de telle sorte qu'en cas d'avarie dans la machinerie ou dans les tuyauteries, un seul soit hors de service. Deux de ces groupes sont en service et un troisième est en construction.

Au lieu de placer toutes les machines sur un rang comme d'habitude, on a préféré les disposer sur deux rangées de dix, chacune d'elles ayant ses chaudières à proximité.

On est donc arrivé à la disposition figurée sur le plan d'ensemble et sur les différentes coupes (pl. VI, VII, VIII et IX).

Le tableau de distribution, qui a un développement de 40 mètres, est à 110 mètres de distance des deux dernières machines. Un système de signaux optiques et acoustiques produit une communication prompte et sûre.

Batiment du service des eaux. — L'alimentation des chaudières et la condensation des machines à vapeur emploieront deux mètres cubes par seconde. Cette quantité pouvait sans difficulté être demandée à la Seine dont le débit est de 100 mètres cubes à la seconde en basses eaux.

On a dû renoncer à conduire ces eaux au lieu d'emploi par leur pente naturelle. En effet, le niveau des hautes eaux dépasse de plus de 7 mètres celui des plus basses eaux :

| | |
|---|---|
| Plus basses eaux . . . . mètres. | 22 |
| Étiage | 23,70 |
| Grandes eaux | 29,12 |

(au-dessus du niveau de la mer).

Il aurait donc fallu des canaux d'une hauteur à peu près irréalisable dans un mauvais terrain rempli d'eau.

D'un autre côté, il est important, pour la bonne marche des machines, que les condenseurs aspirent toujours à la même hauteur.

On s'est donc décidé à placer les deux canaux d'amenée d'eau de telle sorte que l'eau y soit toujours maintenue à la cote 26,500. Toutes les fois que le niveau de la Seine est plus bas, il faut pomper toute l'eau consommée. Dans les cas très exceptionnels où la Seine est plus haute que 26,500, on maintient cette cote dans les canaux en réglant à la main l'ouverture des vannes d'entrée.

Cette disposition fondamentale a conduit à une forte dépense, mais elle a assuré une exploitation régulière, tandis qu'il existe des usines au bord de la Seine dont le fonctionnement est arrêté lorsque les eaux sont très hautes ou très basses.

Il y a deux conduites de 1m 75 (voir fig. 1, pl. VI) conduisant les eaux de la condensation à l'usine de production. Celle de gauche est destinée au service des cinq groupes électrogènes de gauche, et celle de droite aux cinq groupes de droite. Cette disposition permet, en cas de besoin, de marcher avec la moitié de l'usine pendant que l'on peut réparer ou nettoyer les canalisations de l'autre moitié.

A l'entrée de la prise d'eau un grillage retient les corps étrangers d'une certaine dimension. Mais il importait, pour éviter des engorgements dans les condenseurs et des dépôts dans les chaudières, de séparer de l'eau les feuilles et tout ce qui est entraîné dans un fleuve. A cet effet, on a disposé 5 filtres au travers desquels l'eau passe successivement (fig. 1, 2, 3 et 4, pl. IX).

Ces filtres ont une hauteur de 10 mètres et sont constitués par des tôles de cuivre percées de très petits trous. Un système de levage avec contrepoids permet de les retirer de l'eau l'un après l'autre pour les nettoyer.

Au sortir des filtres l'eau arrive sous six turbines actionnées chacune par un moteur électrique ; l'eau élevée se déverse dans les deux canaux qui alimentent les condenseurs et il est facile de maintenir dans ces canaux un niveau constant en faisant varier le nombre et la vitesse des turbines.

Chaque turbine peut élever 400 litres à la seconde, de sorte que, dans les moments de la plus grande consommation, cinq turbines suffiront à assurer le service.

L'eau destinée à l'alimentation des chaudières est prise dans les canaux des condenseurs dont le plan d'eau sera toujours à la cote 26,50.

Six pompes rotatives à axe vertical, commandées par des dynamos,

élèvent l'eau dans deux réservoirs, ayant ensemble une capacité de 43 mètres cubes, placés au haut du bâtiment à la cote 43,22. L'eau est donc élevée d'environ 17 mètres.

De ces réservoirs elle se rend dans quatre grands épurateurs ayant chacun un débit de 600 mètres cubes par jour, où elle est mélangée avec les produits chimiques nécessaires et filtrée. Puis elle s'emmagasine dans deux grands réservoirs contenant ensemble 530 mètres cubes, où son niveau varie de la cote 35,800 à la cote 39 selon qu'ils sont vides ou pleins. De là, elle coule par sa pression naturelle dans les réservoirs des chaufferies placés à la cote 32,50 vides et 35,40 pleins.

Parc a charbon. — On a vu qu'une route sépare les deux parties de l'usine. Les conduites d'eau froide et d'eau chaude passent en siphon sous l'égout de cette route.

Pour conduire le charbon, on a installé des voies à la cote 40m 20, c'est-à-dire à 10 mètres au-dessus du niveau de la route. Cette cote correspond au dessus du toit des chaufferies (fig. 3).

Les wagonets contenant chacun 1 000 kilogr. et poussés par deux hommes peuvent donc circuler de niveau depuis une estacade établie le long de la Seine jusqu'aux soutes à charbon placées devant les chaudières.

Il fallait amener le charbon depuis le bateau qui, à l'étiage, est à la cote 23,70, sur le haut de l'estacade à la cote 40,20. Mais il fallait aussi pouvoir en faire un tas, car les bateaux peuvent arriver à un moment où toutes les soutes sont pleines. D'autre part, il faut prévoir un chômage de la navigation et avoir des réserves.

On a donc installé sur rails un pont roulant sur lequel se trouve une cabine mobile (fig. 3 du texte et fig. 2, pl. VI) qui peut se déplacer sur toute la longueur du pont roulant et qui contient l treuil de levage.

Enfin un troisième mécanisme permet de faire avancer tout le pont roulant le long de la voie.

Toutes ces manœuvres se font par l'électricité.

Les bennes des wagons sont descendues dans le bateau et, une fois pleines, montées sur les trucks en haut de l'estacade. Lorsqu'on veut faire une provision on décharge dans le vide entre les deux voies.

Un seul homme suffit pour faire ces manœuvres. L'appareil pouvant soulever des poids de 1 500 kilogr., on a préféré, pour gagner du temps, adopter des wagons contenant 1 000 kilogr. plutôt que les wagons de 500 kilogr. usités généralement.

La consommation de l'usine, une fois qu'elle sera complète, est évaluée à 100 000 tonnes de charbon par an.

Les 80 soutes contiennent 7 200 tonnes et on a l'intention de maintenir sur le chantier une réserve de 10 000 tonnes qui représente plus d'un mois de consommation.

Charge des bateaux électriques. — Nous ne quitterons pas le terrain du bord de l'eau sans mentionner que des appontements ont été disposés pour amarrer les bateaux mus par l'électricité, de façon à pouvoir y recharger leurs accumulateurs.

Cette branche de l'industrie électrique est sans doute destinée à prendre une certaine importance. Elle est intéressante surtout parce qu'on peut s'arranger à utiliser pour la charge des accumulateurs les heures où les autres services demandent peu de courant.

**Bâtiment principal.** — Comme on l'a vu plus haut, le milieu du bâtiment est constitué par deux files de dix machines. A droite et à gauche il y a cinq chaufferies produisant chacune la vapeur nécessaire à deux machines.

Cette disposition (fig. 4 du texte et fig. 1 et 2, pl. VII et VIII), a permis de réduire au minimum la distance entre les générateurs et les machines à vapeur et, par conséquent, les pertes dues au refroidissement ainsi que les dangers de l'eau entraînée.

Entre les chaudières et les machines courent les deux conduites d'eau de condensation, celle d'eau froide placée dans le sous-sol, et celle d'eau chaude au niveau de la salle des chaudières.

Le sol de la salle des chaudières est situé à la cote 30,20 et est ainsi à l'abri des plus grandes inondations ; celui de la salle des machines est à la cote 31,20.

Chaudières. — Les 80 chaudières formant 10 groupes de 8 sont du type semi-tubulaire avec deux bouilleurs.

Ces chaudières sont timbrées à 12 kilogr. et leurs principales caractéristiques sont :

| | | |
|---|---|---|
| Corps cylindrique, longueur | mètres. | 6 |
| — diamètre | | 2,10 |
| Bouilleurs, longueur | | 6,20 |
| — diamètre | | 1 |
| Surface de grille | mètres carrés. | 4,60 |

L'eau d'alimentation passe à travers 20 réchauffeurs Green, soit un pour quatre chaudières.

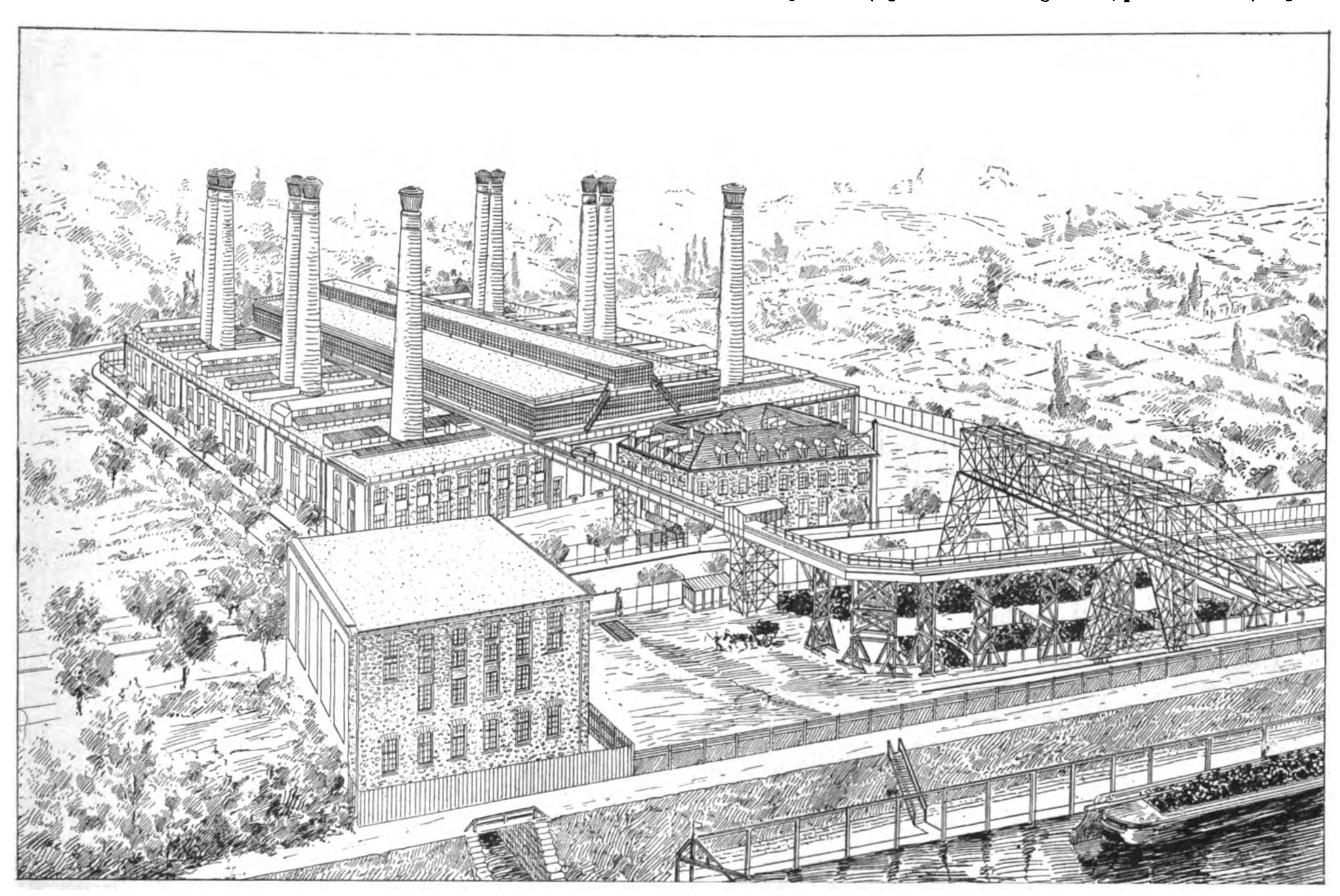


Fig. 3. — Usine du Triphasé a Asnières : Vue à vol d'oiseau. (M. Friesé, architecte.)

Un surchauffeur, à petits tubes en acier sans soudure, est placé dans le circuit de chaque chaudière allant au réchauffeur et a pour effet d'élever la température de la vapeur de 190 à 300 degrés.

Devant chaque chaudière est une soute à charbon, de 2m850 sur 3m400 avec 10 mètres de hauteur, contenant environ 90 tonnes de charbon.

Enfin chaque groupe de huit chaudières a un réservoir d'eau épurée de 78 mètres cubes, soit pour les 10 groupes, 780 mètres cubes qui, avec les 529 mètres cubes contenus dans le bâtiment du bord de l'eau, constituent une réserve de 1 309 mètres cubes pouvant suffire pour 10 heures de marche.

Le toit de la chaufferie est plat, les wagonets y circulent sur deux voies de 0m 60.

Salle des machines. — On a vu que le plancher de cette salle est à la cote 31,20. Pour fonder convenablement les machines, il a fallu descendre jusqu'à la cote 18; on a donc une hauteur de massif de 13 mètres, ce qui constitue une assise très solide, mais coûteuse.

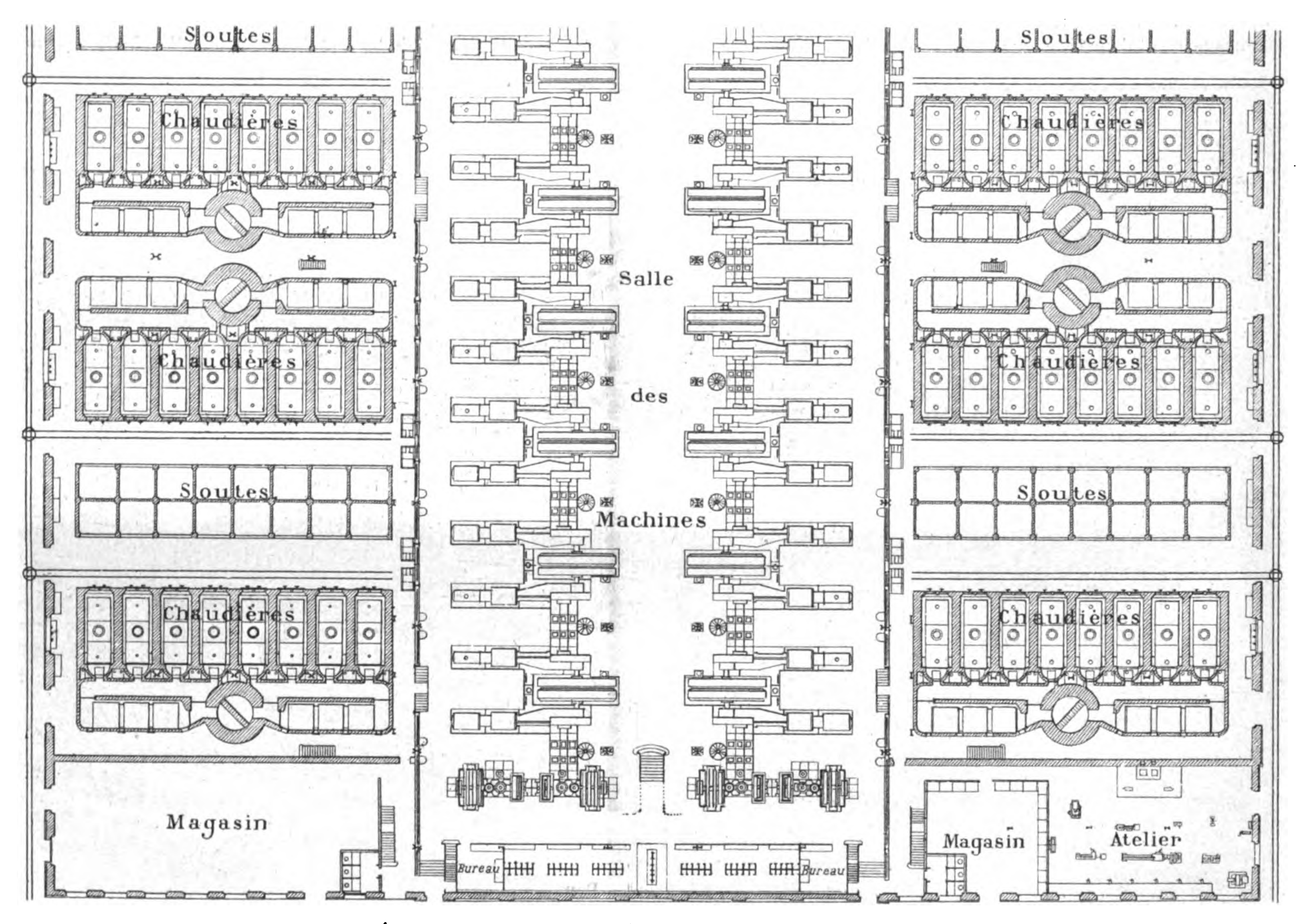



Fig. 4. — Plan partiel du bâtiment des machines et des générateurs.

Le plancher est en parquet de chêne sur bastings, le tout reposant sur poutrelles en fer. Tous ces bois sont rendus incombustibles.

Deux rangées de colonnes servent à partager la salle en trois nefs, l'une centrale plus élevée, de 8 mètres de largeur, et deux latérales de 16 mètres de largeur.

L'éclairage s'obtient par des baies vitrées régnant dans tout le pourtour.

Le toit est plat à l'intérieur comme à l'extérieur et il n'y a aucune partie sur laquelle la poussière puisse se déposer.

C'est là une condition très importante dans les usines d'électricité. Lorsque la toiture est constituée par des fermes avec tirants, pannes ou arbalétriers en saillie, il se forme des dépôts de poussière qui, par un coup de vent, peuvent tomber dans les dynamos et causer des avaries.

En outre, il y a une couche d'air entre le hourdis et le revêtement, ce qui empêche absolument la condensation.

Machines a vapeur. — Les machines motrices sont horizontales à quatre cylindres dont :

1 de 0m 660 de diamètre }
1 de 1 mètre — } Course 1m 400.
2 de 1m 100 — }

Le petit et le moyen cylindre sont accouplés en tandem chacun avec un des grands cylindres.

Le nombre de tours est de 75.

Ces machines produisent chacune 1 000 kilowatts en courant triphasé de 5 000 volts avec 25 périodes, et peuvent donner jusqu'à 1 200 kilovolts-ampères.

Machines d'excitation. — Quatre machines verticales compound, dont deux installées maintenant, peuvent à volonté produire soit 1 350 ampères de courant continu à 110 volts chacune, soit 150 kilowatts de courant triphasé à 5000 volts et 25 périodes.

On peut donc employer ces machines soit pour l'excitation et la charge d'accumulateurs, soit parallèlement avec les grandes unités triphasées.

Commutatrices. — Bien qu'on n'ait pas employé systématiquement des moteurs électriques pour tous les services auxiliaires, il y a cependant un nombre assez considérable de ces moteurs, représentant une puissance importante et remplissant des fonctions plus importantes encore. Pour divers motifs, ces moteurs ont été en majeure partie pris à courant continu. Il faut donc du courant continu non seulement pour l'excitation des alternateurs et la charge des bateaux électriques, mais encore pour diverses machines de servitude.

Aussi ne s'est-on pas contenté de prévoir très largement les machines d'excitation, mais a-t-on installé une salle de commutatrices où fonctionne dès à présent une machine de 90 kilowatts, et qui est disposée de manière à pouvoir en recevoir plusieurs autres.

Tableau de distribution. — Le tableau, extrêmement simple au point de vue ornemental, est, par contre, imposant par ses dimensions. On a prévu, dès l'origine, le tableau pour l'ensemble des machines et il n'y aura plus qu'à placer les appareils sur les panneaux de marbre pour les nouvelles machines au fur et à mesure de leur installation.

Ces panneaux sont d'ailleurs très simples d'aspect. Seuls, les appareils de lecture et les leviers de manœuvre apparaissent au dehors; toutes les connexions et parties plus ou moins dangereuses sont placées derrière, et cette partie de derrière, fermée par des cloisons incom-

bustibles en retour et adossée au mur même de l'usine, forme une vaste chambre fermée à clef où se trouve également le tableau des départs de feeders.

Personne autre que l'électricien de service ne peut, par suite, pénétrer dans les parties dangereuses du tableau. Là même, le danger est réduit au minimum par la place laissée à tous les mouvements et la construction du plancher, entièrement isolant, ce qui n'empêche pas l'emploi de tapis et de gants en caoutchouc.

Le tableau des commutatrices est construit suivant les mêmes principes. Là aussi, le derrière du tableau constitue une chambre fermée à clef, la place n'est pas ménagée et le plancher est isolant.

Enfin les services auxiliaires très importants de l'usine ont justifié l'installation de tableaux de courant continu que bien des stations centrales de faible importance pourraient envier.

veaux de la Seine, le fond de fouille a été établi un peu en contre-bas du fond même du fleuve.

La portion du bâtiment destinée à renfermer les épurateurs d'eau a été fondée sur des puits blindés, remplis de béton, après épuisement des eaux au moyen de pompes à vapeur.

Ces puits ont été descendus jusqu'au niveau des sables de Beauchamp, à la cote à peu près constante de 19,50.

Fondations du batiment des machines et générateurs. — Pour les fondations du bâtiment principal, tous les points d'appui des charpentes métalliques, tous les murs de pourtour, d'une manière générale, toutes les fondations du bâtiment même ont été faites par puits blindés remplis de béton, après épuisement préalable des eaux.

Ce procédé simple était possible lorsque les sections des puits de fondations ne dépassaient pas 6 à 7 mètres superficiels.

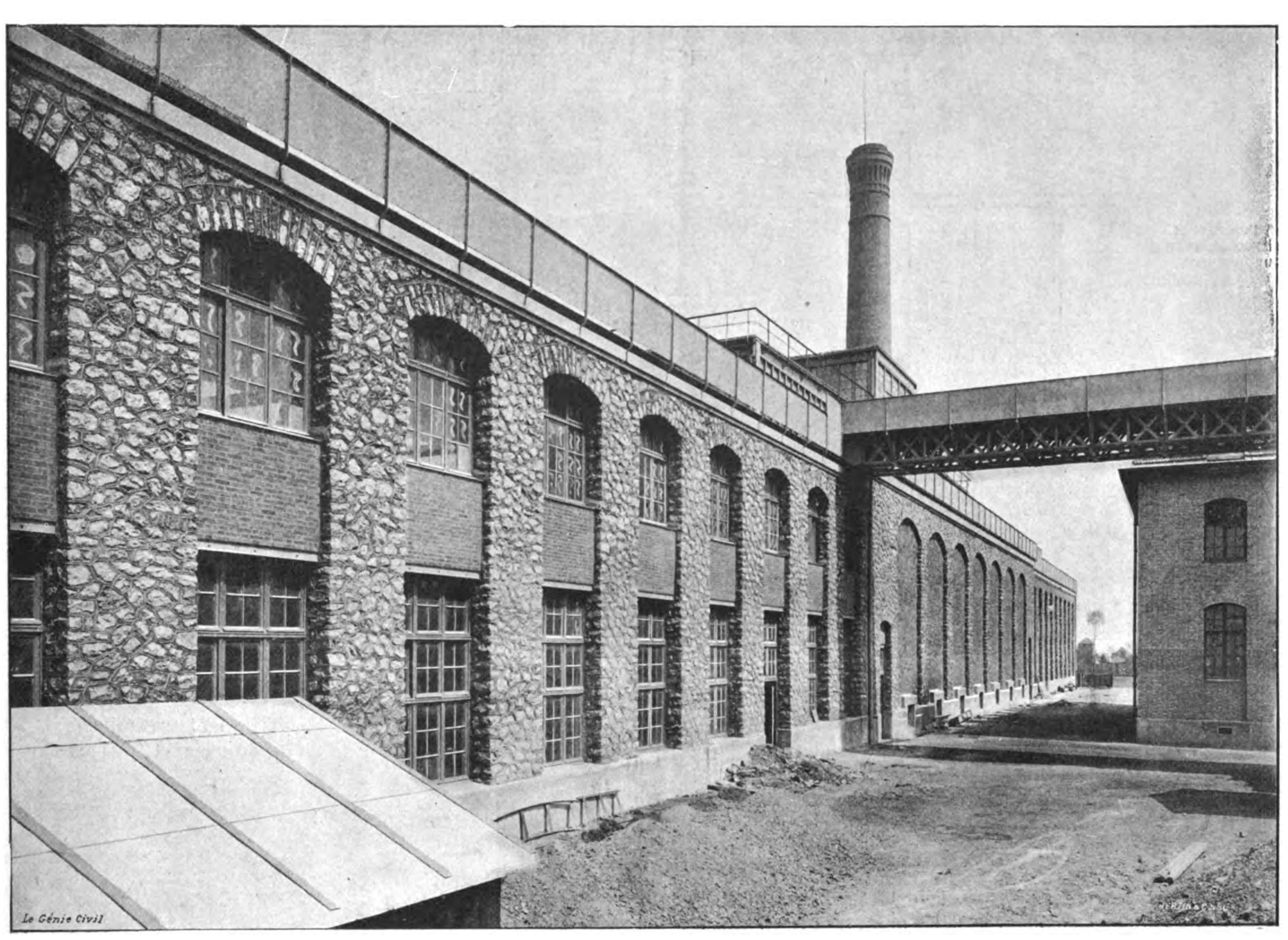


Fig. 5. — Usine du Triphasé, a Asnières : Vue de la façade principale du bâtiment des machines et générateurs.

Construction de l'usine. — Ainsi qu'il a été dit, l'usine se compose actuellement des bâtiments suivants :

1° Bâtiment du service des eaux au bord de la Seine ;
2° Bâtiment des machines et générateurs ;
3° Bâtiment des bureaux et logements du personnel.

Ces divers bâtiments ont été construits en maçonnerie de meulière et de briques, avec ossature métallique.

Les fondations de ces bâtiments, dans des terrains de remblai récent. dont la résistance et la cohésion sont encore diminuées par la proximité immédiate de la Seine et surtout par l'épandage des eaux d'égouts de la Ville de Paris, ont donné lieu à des travaux longs et difficiles, et, pour les réaliser, il a fallu faire appel à des procédés très variés.

Fondations du batiment du service des eaux. — Pour le bâtiment du service des eaux, le procédé de fondation employé a été celui du déblai en grand de la surface entière de la portion du bâtiment affecté aux canaux d'amenée d'eau et aux turbines électriques.

Dans ce but, un batardeau a dû être établi en Seine et d'importantes batteries d'étais ont maintenu, pendant toute la durée des fouilles et des épuisements d'eau, les talus des terrains fouillés, au moyen de blindages calfatés avec soin.

Afin d'assurer le fonctionnement des turbines par les plus bas niveaux

Dans les limites de ces dimensions, l'épuisement des eaux pouvait être réalisé au moyen de pompes à très fort débit, mais, au delà de ces limites, un autre procédé de fondations devenait indispensable.

*Fondations par caissons à l'air comprimé.* — Les fondations des machines et cheminées ont donc été faites au moyen de l'air comprimé, avec caissons fixes, par MM. Kessler et Cie.

Pour les première et deuxième parties de l'usine, construites en 1899 et 1900, les fondations se composent de huit massifs pour machines principales, avec caissons de $15^{m}90 \times 8$ mètres $= 127^{m2}20$ (fig. 6, 7 et 8); de deux massifs pour machines excitatrices, avec caissons de 15 mètres $\times 3^{m}80 = 57$ mètres carrés (fig. 9 et 10); de deux massifs pour cheminée, de 7 mètres de diamètre, soit $38^{m2}46$ de surface (fig. 13 et 14), de deux massifs portant chacun deux cheminées, avec caisson de $13^{m}60 \times 7$ mètres, dont les deux petits côtés arrondis suivant un rayon de $3^{m}50$, surface $84^{m2}66$ (fig. 11 et 12).

Tous ces massifs ont été descendus de la cote + 27 à la cote 18, soit de 9 mètres en contre-bas du niveau des eaux dans la plaine de Gennevilliers.

Les maçonneries de la chambre de travail, ainsi que celles au-dessus du plafond, protégées par des hausses fixes jusqu'à la cote + 27, ont été construites en béton de chaux de Beffes.

Le cube total de tous ces massifs est de 10 819 mètres cubes.

Le cube de terre extrait est de 12 400 mètres cubes.

Toutes ces fondations ont été exécutées en cinq mois de travail effectif.

L'installation mécanique se composait de : deux locomobiles de 25 chevaux, actionnant chacune un compresseur Roy à deux cylindres, marchant, en moyenne, à 65 tours et fournissant chacun, à cette vitesse, environ 6 mètres cubes d'air par minute.

L'extraction des terres a été faite avec un sas unique, central, muni d'un treuil à air comprimé, marchant sous une pression de 18 à 20 dixièmes d'atmosphère.

*Fondations par le procédé Dulac.* — Pour les fondations du bâtiment d'administration et d'habitation, dont les murs sont relativement peu élevés, mais nombreux et dont les planchers peu chargés ne demandaient pas au sol un coefficient de résistance élevé, il était inutile de descendre jusqu'aux sables de Beauchamp rencontrés à la cote moyenne de 19,50.

Dans ces conditions, il était économique d'employer un quatrième procédé de fondations dont les applications récentes ont donné de bons résultats.

Ce procédé, imaginé par M. S.-L. Dulac, consiste à perforer mécaniquement des puits sans enlèvement de terres ni blindage, par la seule compression du sol, à l'aide de lourds pilons de formes spéciales qu'une sonnette à vapeur enlève et fait tomber à chute libre. Ces puits, bourrés ensuite, toujours mécaniquement, avec du béton, constituent des points d'appui d'une résistance suffisamment déterminée (fig. 15, 16 et 17).

Une soixantaine de points d'appui, ainsi établis, ont été placés aux angles du bâtiment, aux intersections de murs, à toutes les parties chargées. Ces points d'appui ont été ensuite reliés par des arcs en maçonnerie sur lesquels les murs du bâtiment ont été édifiés.

Le terrain sur lequel la construction s'élève est à proximité de la Seine. Il est composé, à partir du déblai du sous-sol, sur environ 7 mètres, d'éléments les plus divers : argile sablonneuse, sable, apports de toutes sortes. De 7 mètres à 7m60, on trouve une couche de tourbe molle, précédant la couche solide de sable et gravier. C'est sur cette dernière couche que les pylônes de béton ont été assis.

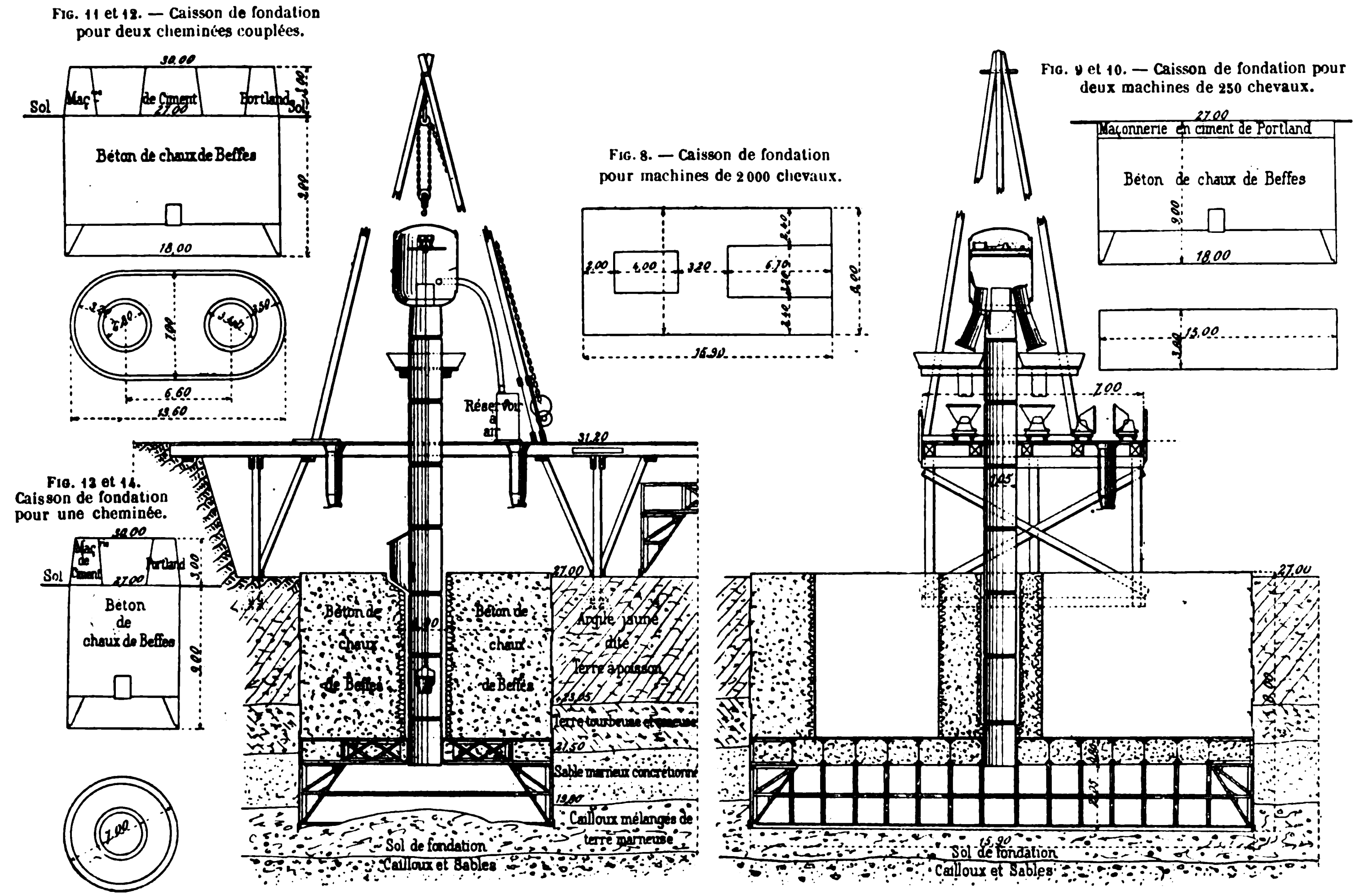



Fig. 11 et 12. — Caisson de fondation pour deux cheminées couplées.

Fig. 13 et 14. — Caisson de fondation pour une cheminée.

Fig. 8. — Caisson de fondation pour machines de 2 000 chevaux.

Fig. 9 et 10. — Caisson de fondation pour deux machines de 250 chevaux.

Fig. 6 et 7. — Coupes transversale et longitudinale d'un caisson de 15m90 sur 8 mètres.

Fig. 6 à 14. — Fondations par l'air comprimé des bâtis de machines et des cheminées.

On comprend combien il eût été dangereux de ne pas aller au-dessous de la couche de tourbe; aussi la perforation préalable a été descendue, presque pour tous les puits, jusqu'au-dessous de cette mince couche, et les pylônes ont été fondés sur le sable compact.

En certains points, on a trouvé des veines d'eau abondantes qui ont été aveuglées en jetant dans le puits de la terre argileuse, tassée, comprimée latéralement par la chute du pilon et en chemisant les parois du puits. Une étanchéité de durée suffisante était ainsi obtenue pour faire le bourrage sans afflux d'eau.

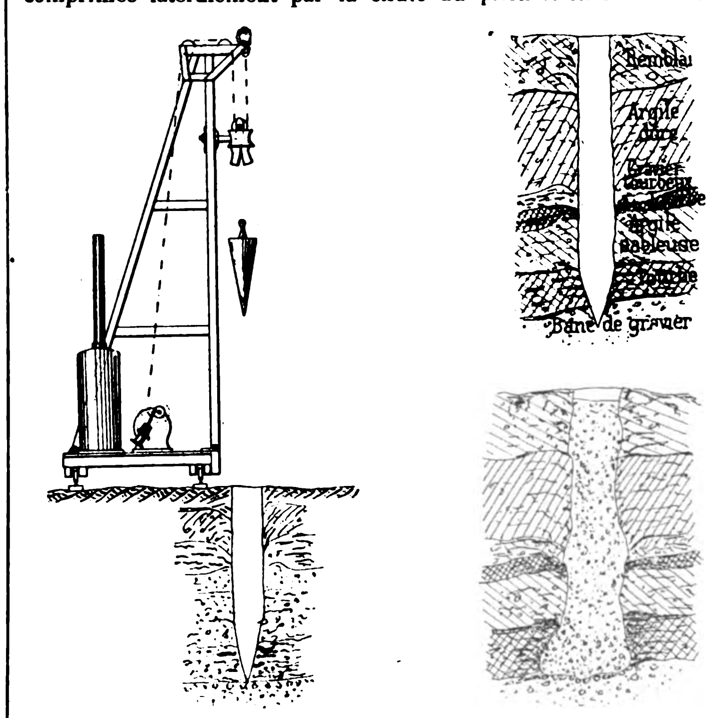



Fig. 15, 16 et 17. — Fondations par le procédé Dulac.

Sur un autre point des fondations, le pilon, après avoir rencontré une résistance sérieuse, a ensuite disparu dans une poche vide, dans

laquelle sept mètres cubes de béton ont dû être refoulés au bourrage.

La figure 15 donne le dispositif général des appareils de battage au moment de la chute du pilon perforateur. La figure 16 montre un puits après la perforation ; l'on y constate la dépression des couches traversées. Enfin la figure 17 montre ce même puits après bourrage, et indique l'élargissement de la base et des parois latérales sous l'action de l'introduction violente du béton.

Au moyen de ces divers procédés, on a pu obtenir la stabilité des fondations, si absolument indispensable lorsqu'il s'agit de l'établissement des bâtiments et massifs destinés à supporter et abriter les éléments électrogènes d'énorme puissance.

Dans les terrains très remués et de formation généralement récente qui forment les rives de la Seine, aux environs de Paris, ce sont les fondations nécessaires à l'édification de puissantes usines qui donnent lieu à des difficultés nombreuses et entraînent à des dépenses importantes. Il faut donner à ces travaux d'infrastructure, qui seront entièrement et pour toujours cachés, aussitôt exécutés, et qui ne pourront être remaniés en cas d'insuffisance, un soin tout spécial. Aussi nous a-t-il paru utile de décrire d'une manière un peu détaillée l'enchaînement logique et successif de ces diverses fondations.

Conduites d'eau en ciment armé. — Pour achever l'énumération de tous les travaux qui ont rapport au sous-sol, il y a lieu de relater le mode d'exécution des galeries d'amenée et d'écoulement d'eau servant à la condensation qui ont été exécutées en ciment armé.

Ce mode de construction, avantageux au point de vue de l'économie et du peu de place qu'il exige, était indiqué pour ces conduites d'eau, parce qu'elles s'appuient sur un sous-sol peu résistant. Dans ces conditions, les conduites en fonte, posées par tronçons à joints, sont souvent brisées aux jonctions par suite de leur rigidité même. De là des pertes d'eau et, ce qui est plus grave, des infiltrations souvent très dangereuses dans le sol.

Avec les conduites en ciment armé, il n'y a pas de joints; les tronçons, exécutés dans la fouille même, sont soudés naturellement les uns aux autres et l'ensemble de la conduite a une élasticité suffisante pour ne pas être brisé, ni même fissuré par les tassements partiels qui peuvent se produire dans le sol dans lequel ces conduites reposent.

Les eaux destinées à l'alimentation des condenseurs sont amenées dans l'usine, depuis le bâtiment des pompes, au moyen de deux conduites jumelles en ciment armé de $1^{m}75$ de diamètre intérieur, permettant chacune un débit de 1 mètre cube à la seconde sous une vitesse modérée.

L'épaisseur de ces tuyaux est de $0^{m}10$, sauf à la base où elle est renforcée afin de donner une meilleure assiette dans un terrain plutôt mauvais. Ils passent en siphonnant sous le chemin vicinal et peuvent supporter par suite de cette disposition une pression de 8 à 9 mètres d'eau.

L'armature de ces tuyaux, ainsi que celle des tuyaux de retour d'eau, est constituée par des directrices en acier de section T, enroulées sur un certain nombre de génératrices en aciers ronds (fig. 18).

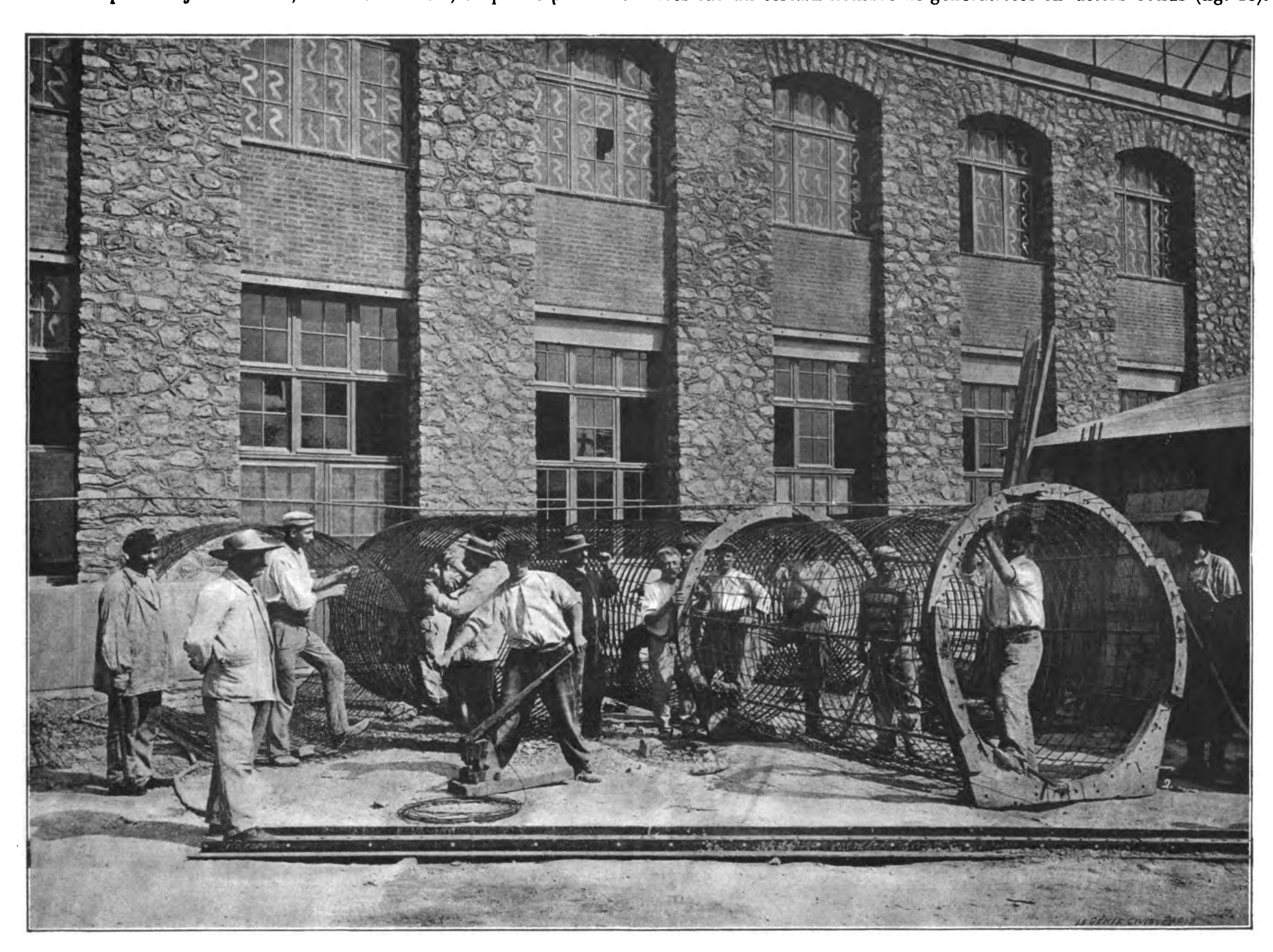


Fig. 18. — Usine du Triphasé, a Asnières : Fabrication des conduites en ciment armé.

Les deux conduites de retour d'eau sont de même diamètre et viennent déboucher en Seine en un point situé en aval de la prise d'eau, à 100 mètres de distance environ.

Une chambre de chute est ménagée sur leur parcours de façon à pouvoir isoler l'intérieur de l'usine en cas de très forte crue.

Ces conduites en ciment armé ont été établies par MM. Giros et Loucheur, qui ont également construit les réservoirs d'eau brute et d'eau épurée, placés, les uns, dans les bâtiments des générateurs, les autres dans le bâtiment du service des eaux.

Réservoirs. — Un réservoir rectangulaire, de 20 mètres environ de longueur sur 2 mètres de largeur et $2^{m}67$ de hauteur, correspond à chaque groupe de générateurs. Il est placé en élévation sur un plancher en fer. Les parois se composent de dalles de $1^{m}20$ de largeur horizontale, s'appuyant sur des poutrelles verticales auxquelles elles transmettent l'effort de la poussée de l'eau. Ces poutrelles, en saillie légère à l'intérieur du réservoir, sont reliées d'une face à l'autre au

moyen de deux groupes de tirants, dont les uns sont noyés dans le radier, et les autres apparents dans le plan horizontal supérieur du réservoir.

Dans le bâtiment du service des eaux (pl. IX) est établie une autre série de réservoirs dont les plus intéressants sont deux grands réservoirs accolés, placés au premier étage, et dont l'ensemble présente en plan la forme d'un fer à cheval de $22^m 70$ de largeur et $13^m 15$ de longueur de branches. Un escalier en ciment armé, placé dans l'axe du fer à cheval, sépare ces deux réservoirs et permet d'arriver aux passerelles en ciment armé, placées en encorbellement tout autour des réservoirs. La hauteur d'eau dans ces bassins est de $3^m 50$. Leurs parois sont constituées comme plus haut, mais avec des dalles de 2 mètres de portée environ. L'armature des dalles et des poutrelles est symétrique, afin de parer aux effets de l'encastrement inévitable qui se produit à la jonction des côtés et du radier.

égale à celle que reçoit sa partie basse. Cette dernière poussée élémentaire dérive de la poussée totale :

$$P = n \frac{h^2}{2} K,$$

dans laquelle $h = 10$ mètres,

$n =$ poids spécifique du charbon,

et K est un coefficient numérique égal à :

$$K' + \frac{9}{22}(K'' - K').$$

K″ et K′ étant tirés de la formule :

$$K = \frac{tg\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)}{\cos\left(\frac{3\varphi}{2} - \frac{\pi}{4}\right)}$$

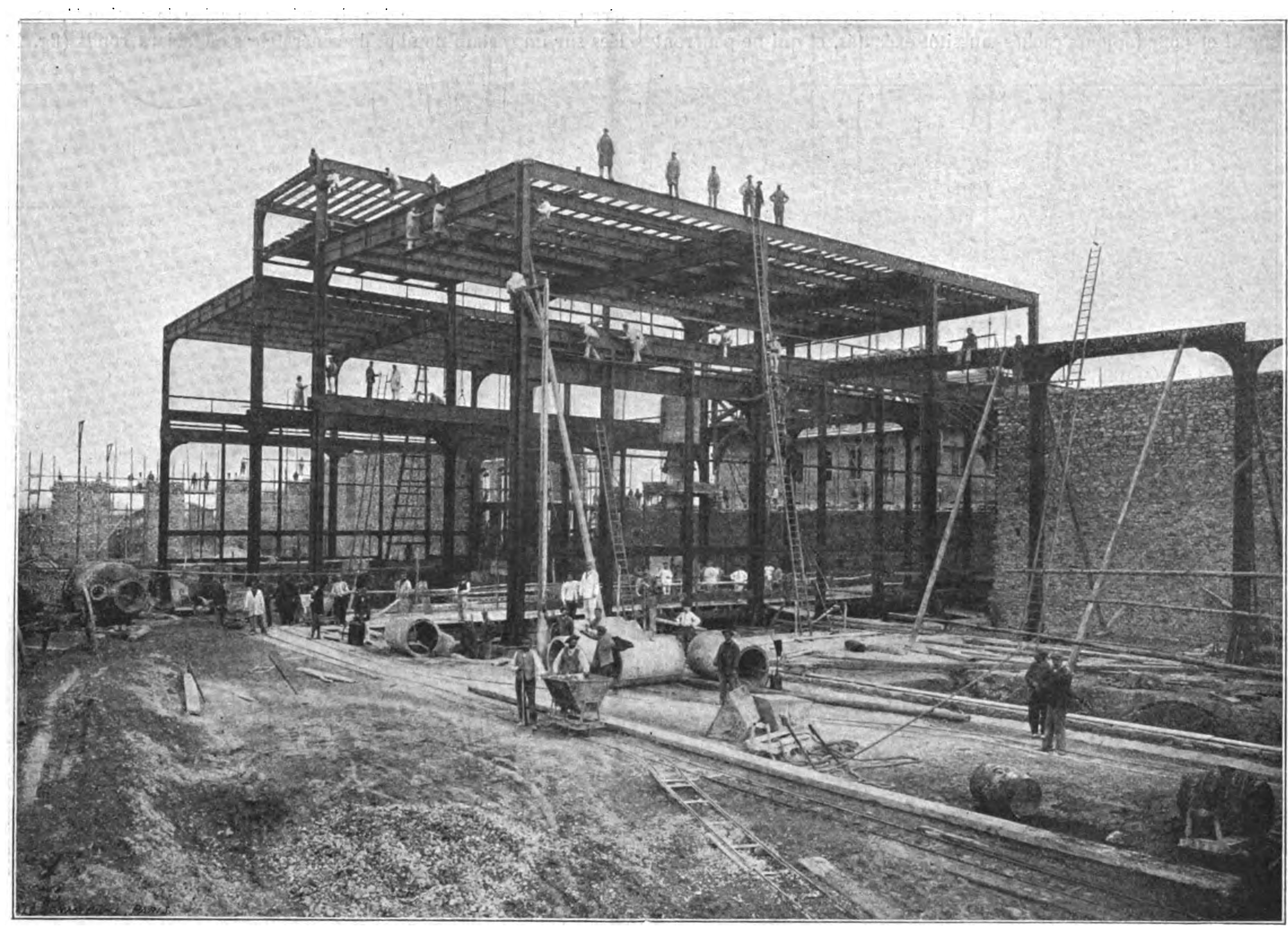


FIG. 19. — USINE DU TRIPHASÉ, A ASNIÈRES : Vue prise pendant le montage du bâtiment des machines.

SOUTES A CHARBON. — Les constructeurs, cités plus haut, ont également exécuté les soutes à charbon dans les bâtiments des générateurs (pl. VI, VII et VIII).

Ces soutes à charbon sont réunies par groupe de huit, correspondant à chaque groupe des générateurs. La paroi voisine de la chaudière présente, au milieu de sa hauteur, une ouverture que l'on peut fermer au moyen d'un guichet en tôle et destinée à permettre le remplacement des tubes de la chaudière, et à la partie inférieure une baie pour l'écoulement du charbon.

Les cloisons ou parois, d'une épaisseur de $0^m 10$ environ, sont divisées, suivant la hauteur, en dalles de $1^m 15$ de portée verticale, transmettant la poussée du charbon à des nervures horizontales ou poutrelles, s'appuyant elles-mêmes sur des piliers en ciment armé, placés aux angles de chaque compartiment et entretoisés d'une face à l'autre par des tirants noyés dans les nervures.

Étant donnée la variation du sens de la poussée suivant le vide ou le plein des compartiments, l'armature des dalles, aussi bien que celles des poutrelles, est du système dit à armature symétrique. Quelques dispositions de détail ont permis de faciliter l'encastrement et, par suite, de diminuer le poids de l'armature métallique.

La poussée sur chaque dalle a été considérée comme uniforme et

dans laquelle on donne successivement à $\varphi$ les valeurs tirées de $\varphi = 35^o$ et de :

$$\sin \varphi = \sin 35^o \cos\left(\frac{\pi}{4} - \frac{35^o}{2}\right).$$

Les poutrelles horizontales, faisant saillie sur les faces intérieures des cloisons, permettent de se rendre compte à chaque instant du cube de la houille contenue dans chaque compartiment.

TOITURES. — Le bâtiment du service des eaux et le bâtiment des machines et générateurs ont été couverts en terrasse, afin d'éviter l'inconvénient des grands combles inutilisables et avec lesquels il eût été malaisé d'assurer l'écoulement des eaux pluviales.

De plus, une étude approfondie a démontré que ces surfaces horizontales, dans lesquelles les fermes des combles à forte pente sont remplacées par des poutres horizontales, sont économiques chaque fois que des ponts roulants de fort tonnage doivent être établis et se mouvoir dans le haut de l'espace couvert.

En effet, dans ces conditions, il est nécessaire, pour réaliser le contreventement indispensable au fonctionnement du pont roulant, de renforcer les fermes dans des proportions qui en augmentent considérablement le prix et en suppriment les principaux avantages, tan-

dis que les poutres horizontales fournissent le contreventement sans aucun renforcement spécial.

L'emploi du ciment volcanique, système Haeusler, dont les applications sont aujourd'hui nombreuses et concluantes, a permis de réaliser ces terrasses à très petite pente (0m 02 par mètre) dans les conditions de la plus entière sécurité.

Pour le bâtiment principal des machines, la couverture plate a eu en plus l'avantage d'assurer un bon éclairage vertical, évitant les inconvénients que présentent les lanterneaux ou parties de combles vitrés, par suite des condensations d'eau tombant en pluie dans les locaux ainsi couverts.

Elle a, de plus, donné la possibilité d'amener le charbon au haut des soutes disposées parallèlement aux groupes des chaudières ainsi truite, partie en fer, au-dessus de la route, partie en bois, au-dessus du parc à charbon.

Afin d'éviter dans la salle des machines les amas de poussière qui se déposent très vite sur toutes les parties horizontales des ossatures métalliques, poussières qui, par suite de l'aération nécessaire de la salle, se détachent et tombent sur les machines, il a été établi, s'appuyant sur les ailes inférieures des poutres maîtresses, un plafond léger en planches de plâtre et roseaux, lequel a de plus l'avantage de constituer un excellent isolant qui protège contre les effets des variations de la température extérieure.

Tels sont, dans leurs grandes lignes, les travaux les plus intéressants auxquels la construction de l'usine du Triphasé a donné lieu.

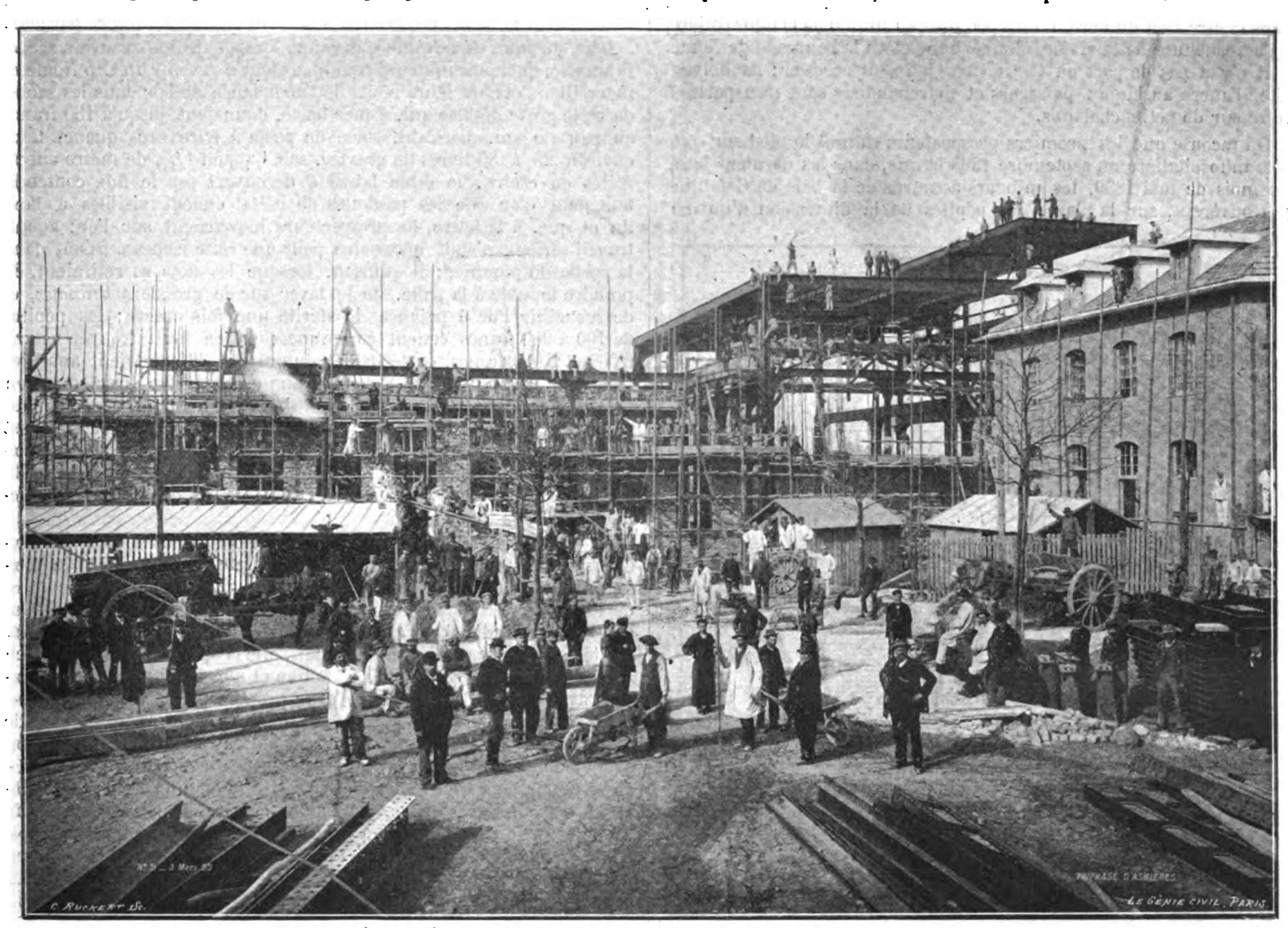


Fig. 20. — Usine du Triphasé, a Asnières : Vue d'ensemble des chantiers prise le 3 mars 1899.

qu'on le voit sur la figure 3 et sur le plan d'ensemble (fig. 2, pl. VI).

En effet, il a été facile d'établir des voies ferrées sur ces terrasses, lesquelles aboutissent aux soutes et communiquent avec le bord de la Seine et la grue de déchargement au moyen d'une estacade cons-

Toutes les machines ont été fournies par la Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort, ainsi que les tableaux et les câbles.

Les travaux de construction des bâtiments ont été étudiés et dirigés par M. Friesé, architecte.

L. Moriès.

## MINES

### LES SABLES AURIFÈRES DU CAP NOME (ALASKA)

Les relevés statistiques que vient de publier M. Charles G. Yale, de la Monnaie Fédérale de San Francisco, montrent que pour l'année 1899, la production globale d'or dans le territoire d'Alaska a été de $ 5 602 012. De ce total, $ 2 474 883 proviennent des mines de quartz du sud-est de la presqu'île et des îles Douglas et Ounga, — mines qui emploient 1 308 hommes et dont le minerai est broyé par 1 050 bocards; — $ 727 129 proviennent de placers exploités tant le long du Youkon et de ses tributaires (1), que sur les baies de Golofnine et de Litouya, et dans le district du Porc-Épic. Le reste, soit $ 2 400 000, a été extrait des *claims* du Cap Nome, dont le nom, inconnu il y a un an, se trouve aujourd'hui dans la bouche de milliers de prospecteurs américains, anxieux d'aller faire une fortune rapide sous le cercle polaire.

Le Cap Nome (fig. 1 et 2) est un promontoire de peu d'importance qui s'avance, au sud de la péninsule de Seward, dans les eaux de la baie de Norton, par environ 165° 15′ de longitude ouest (Greenwich) et 64° 30′ de latitude nord. Cette péninsule de Seward — à laquelle on n'a donné un nom que tout récemment — constitue l'extrémité nord-ouest de l'Alaska et se trouve entre l'Océan Arctique, au nord, et la mer de Bering, au sud; son avancée occidentale, le cap du Prince de Galles, n'est séparée de l'Asie que par les 60 milles du détroit de Bering. Son rivage présente une succession de petites plages semi-circulaires, sablonneuses, et de pointes rocheuses. L'intérieur est encore presque inexploré, mais on sait que le pays y est accidenté et qu'au-dessus de la *toundra* s'élèvent des pics de 4 à 5000 pieds de hauteur. Aux environs de la baie de Golofnine, on trouve une maigre venue de pins rabougris; plus au nord, on ne rencontre que des aunes et des saules nains au bord des cours d'eau. A ces exceptions près, le pays est couvert par la toundra, sans arbres, où la seule végétation

(1) La production du Klondike figure dans les chiffres se rapportant au Canada, car ce district fameux est, comme on sait, entièrement un territoire britannique.

est une mousse épaisse dont la décomposition séculaire a donné lieu à la formation de tourbières. Au bord de la mer, près du Cap Nome, cette toundra recouvre une terrasse qui s'avance de 4 à 5 milles dans les terres, avec une légère pente qui en porte l'altitude, de 10 mètres au rivage, jusqu'à 50 ou 60 mètres, au pied des collines arrondies qui forment les contreforts de la charpente rocheuse de la presqu'île. En été cette toundra est marécageuse, imprégnée d'eau comme une éponge, parsemée de petits étangs et n'est qu'imparfaitement drainée par les rivières Cripple, Snake et Nome.

Le Cap Nome se trouve à environ 100 milles au nord-ouest de la ville de Saint-Michel, à l'embouchure du Youkon, à 2 700 milles du port de Seattle (État de Washington) et à 750 de Dutch Harbor (Ounalaska). Et, tel qu'il est constitué à présent, le nouveau district minier s'étend, depuis le Cap Nome, sur environ 50 kilom., le long de la côte, dans la direction du nord-ouest, et sur 35 kilom., vers l'intérieur, dans la direction du nord. C'est à peu près au milieu de la ligne côtière, à l'embouchure de la rivière Snake, que s'élève la bourgade de Nome.

Il n'y a pas de port où les navires puissent accoster; ils doivent jeter l'ancre au large : passagers et marchandises sont transportés à terre sur de petits chalands.

On raconte que les premiers prospecteurs mirent le pied sur cette côte inhospitalière en septembre 1898 et que, dans les derniers jours du mois de mai 1899, les mineurs accourus de la baie de Golofnine y trouvèrent, sur la plage, des pépites de la dimension d'un œuf

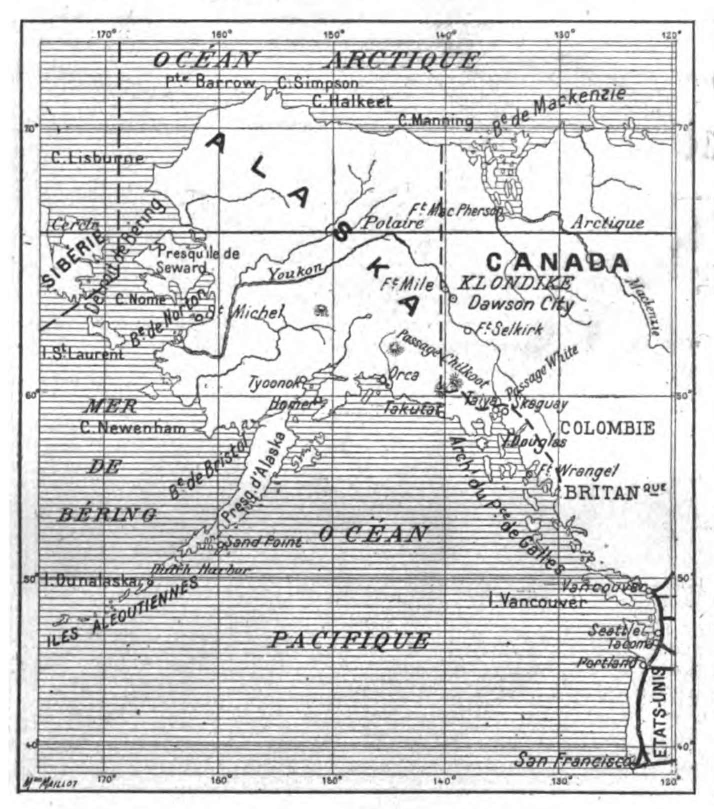



FIG. 1. — Carte montrant la position du Cap Nome, en Alaska, par rapport à San Francisco et à la Sibérie.

de poule, dont l'une, dit-on, valait à elle seule 8 000 francs : des grains du précieux métal s'attachaient, avec la boue, aux semelles de leurs bottes. L'un de ces pionniers était le Rev. J. O. Hultberg, membre de la Société des Missions suédoises-américaines, qui exerçait alors son pieux ministère parmi les misérables indigènes de ce pays désolé, mais qui, depuis, a abandonné son rôle de sauveur d'âmes pour se livrer à l'édification d'une fortune, et posséderait à l'heure actuelle trois claims qui valent un million de dollars. La nouvelle de la découverte des nouveaux gisements atteignit Saint-Michel le 15 juin, et, aussitôt commença un de ces exodes, un de ces *rushes*, dont les districts aurifères offrent de nombreux exemples en pays anglo-saxon. Les aventuriers en route pour le haut Youkon s'arrêtèrent dans leur marche vers le Klondike et mobilisèrent tous les esquifs sur lesquels ils purent mettre la main — voiliers, vapeurs à hélice ou à roues, barques et chalands — pour aller à la conquête du nouvel Eldorado. Les mauvaises cahutes de bois où ils vivaient furent démolies, embarquées et expédiées vers le nord. Au mois d'août, 2500 hommes, éparpillés sur 20 kilom. de la grève, remuaient les sables et les galets à la recherche de l'or. A la fin de la saison, la ville de Nome — Nome City — comptait 8000 habitants, et sur l'unique rue, parallèle à la mer et longue de 6 kilom., s'élevaient des boutiques, des hôtels, des cabarets, des concerts et des maisons de jeu. Enfin le 25 octobre paraissait le premier numéro du journal : *The Nome Gold Digger* (l'Orpailleur de Nome), qui donne quelques détails intéressants sur l'économie de la vie sous le cercle polaire :

La livre de bœuf vaut 5 francs; le bois de 35 à 50 francs le stère; la farine 50 francs les cent livres; le beurre 5 francs la livre; les pommes de terre coûtent de 50 à 75 francs les cent livres; les oignons et les choux de 50 à 75 francs le cent. Un entrecôte, dans un restaurant, coûte 12 fr. 50; un filet, 15 francs; pour des côtelettes de mouton (la portion en comprend trois) il faut débourser 7 fr. 50; des œufs au jambon reviennent à 10 francs; une tranche de tarte vaut 2 fr. 50. Il en coûte cent sous de se faire raser et 7 fr. 50 pour une taille de cheveux; un bain revient à 10 francs. Le blanchissage est un luxe : 2 fr. 50 pour une chemise de flanelle; 3 fr. 25 pour une chemise de couleur; 5 fr. pour une chemise blanche. Pas de cigares à moins de 2 fr. 50; 2 fr. 50 encore pour toute consommation. Les salaires sont en proportion : les portefaix et chargeurs reçoivent 10 francs l'heure, les charpentiers 7 fr. 50... Et cela se comprend, s'il est vrai que les prospecteurs se font des journées de 150 à 500 francs et que les hommes, travaillant à la tâche, reçoivent des salaires de 50 à 60 francs par jour.

Déjà, au mois de novembre dernier, lorsque je me trouvais à San Francisco, quelques mineurs commençaient à revenir du Cap Nome et merveilleux étaient leurs récits de l'abondance de l'or dans les sables de cette grève désolée qui, à mer basse, donnaient jusqu'à 150 francs au pan (le *pan* américain, sorte de poêle à frire sans queue, tient environ 25 à 30 livres de gravier, soit $^1/_{100}$ ou $^1/_{120}$ de mètre cube). A les en croire, le sable laissé à découvert par le flux contenait tellement d'or que les paillettes de métal étaient visibles à l'œil nu et que, à la lettre, les prospecteurs marchaient sur l'or; aucun travail sérieux n'était nécessaire pour que cette richesse passât dans la poche du pionnier; il suffisait, lorsque les flots se retiraient, de prendre le sable à la pelle, de le laver sur de grossiers *berceaux*, et de recueillir l'or à poignée, le stérile une fois enlevé; les pépites de 100 à 200 francs étaient communes; on en avait trouvé, valant 2 000 et 3 000 francs, se détachant du gravier. Ils vantaient aussi les facilités d'accès du nouvel Eldorado, auquel on arrive directement en bateau; et, oublieux de la longue nuit de six mois qui règne sur les régions polaires et du court été de trois mois pendant lequel il est possible de travailler, ils se considéraient comme privilégiés de pouvoir arriver au Cap Nome, et en revenir, sans avoir à faire le pénible trajet par terre que durent suivre ceux qui découvrirent les gisements du Klondike.

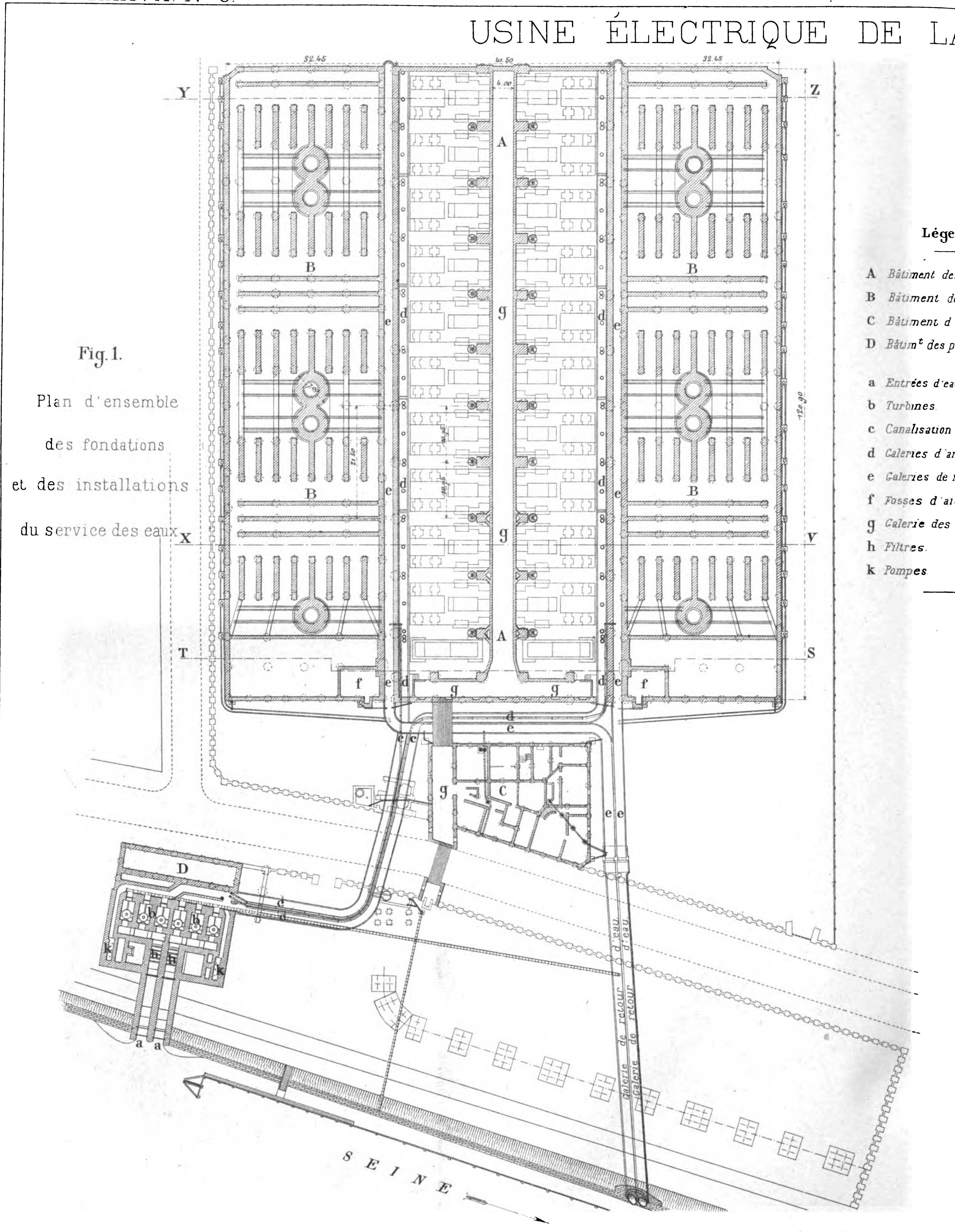
La « fièvre de l'or » s'est emparée de ces populations nomades surexcitées des champs d'or et des milliers d'aventuriers ont quitté le Youkon, dans des traînaux à chiens, pour arriver à Nome avant le dégel de 1900, sans se soucier d'un trajet de deux mois dans la neige, les glaces et la nuit du Pôle. Et on ne doit pas s'étonner, lorsqu'on apprend, par les journaux américains et anglais, que la renommée du Cap Nome a rejeté dans l'ombre celle du Klondike et que 60 000 hommes attendent avec anxiété la mer libre pour prendre part à la curée fantastique. Même en faisant la part de l'exagération coutumière en pareille occurence, il est certain que les plages de la presqu'île Seward vont avoir leur *boom* et que tous les désappointés du Youkon et de l'intérieur de l'Alaska vont tenter d'aller saisir la fortune qu'on leur dépeint si facile à acquérir. Sur toute la côte du Pacifique nord, de Saint-Michel-du-Youkon à San Francisco, les aventuriers frètent tous les bâtiments disponibles et les Compagnies de navigation escomptent une recette de 3 000 000 de francs pour le transport des Argonautes de cette nouvelle Toison d'or.

Le bruit court aussi que, indépendamment des prospecteurs, les plages aurifères du Cap Nome ont attiré l'attention de spéculateurs et de capitalistes et que l'on construit une flottille de dragues puissantes, qui, amarées au large, profiteront des instants où les mineurs, obligés de se retirer devant la marée montante, devront abandonner leurs chantiers individuels. Car aucun titre de propriété n'est donné par la loi fédérale sur les sables de la grève et il n'existe pas de moyen légal, pour un mineur, de s'assurer le droit exclusif de travailler une superficie donnée. Et en cela les nouveaux gisements du Cap Nome sont essentiellement différents des alluvions de rivières et de ravins sur lesquelles les règlements locaux ou fédéraux ont partout accordé des droits définis.

En effet, M. Hermann, Commissaire des Terres du Domaine *(General Land Office)*, a décidé que la zone côtière susceptible d'être recouverte par le mouvement périodique des flots ne pouvait pas être concédée à des particuliers, et que le Gouvernement des États-Unis n'avait aucun pouvoir légal pour accorder des droits minéraux sur les terrains compris dans cette zone, — terrains qui doivent être réservés pour l'usage de l'ensemble de la communauté, tant comme voie de passage que comme moyen de libre accès à la mer. Il en résulte que ceux qui exploitent les sables de la plage de Nome ne peuvent travailler que tant qu'ils occupent effectivement le terrain, et l'arrangement amiable intervenu dans la population minière est qu'un homme peut, à marée basse, travailler le bout de grève sur lequel il a jeté sa pelle; mais, à la prochaine marée basse, rien ne lui garantit l'exploitation de ce même lopin de terre.

On comprend qu'il y ait là matière à discussions et même à des désordres graves, malgré la présence à Nome d'un petit détachement

USINE ÉLECTRIQUE DE LA



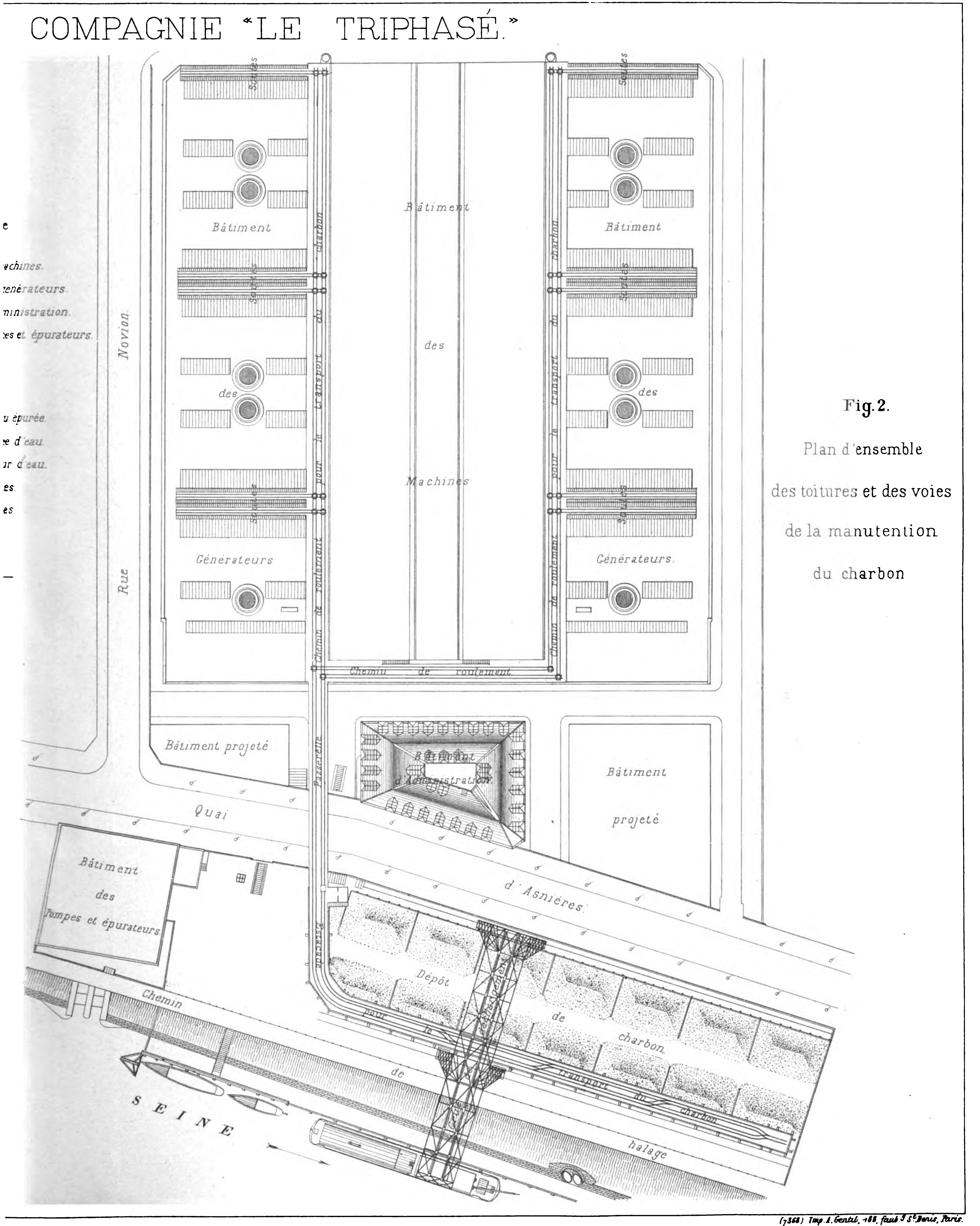
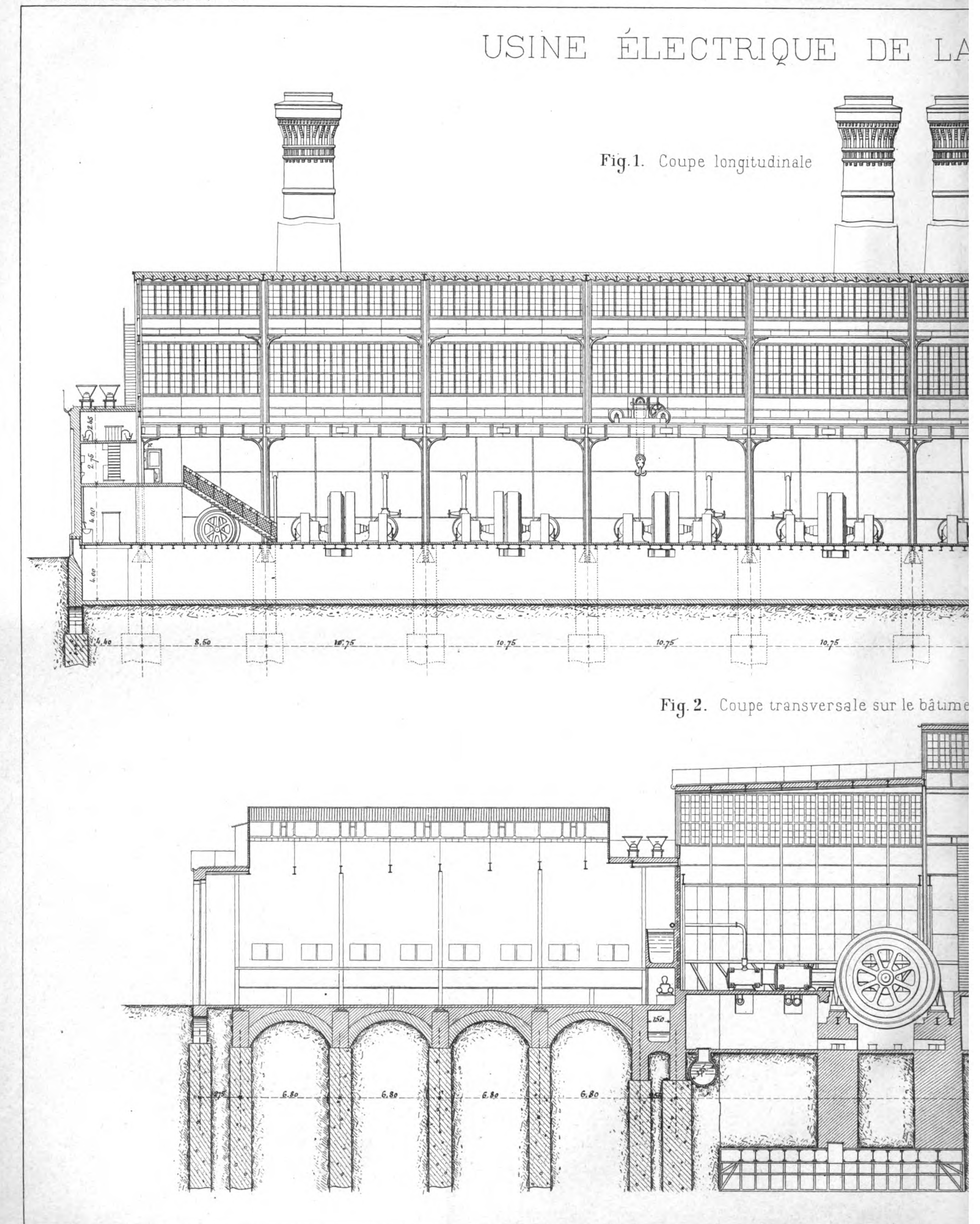



Fig. 2.

Plan d'ensemble des toitures et des voies de la manutention du charbon

(7368) Imp. A. Gentil, 188, faub^g S^t Denis, Paris.

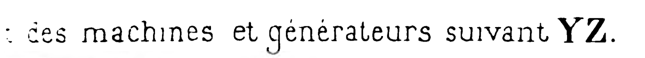

USINE ÉLECTRIQUE DE LA
Fig. 1. Coupe longitudinale
Fig. 2. Coupe transversale sur le bâtime
4,40
8,60
10,75
10,75
10,75
10,75
2,85
2,75
4,00
4,00
6,80
6,80
6,80
6,80
1,50

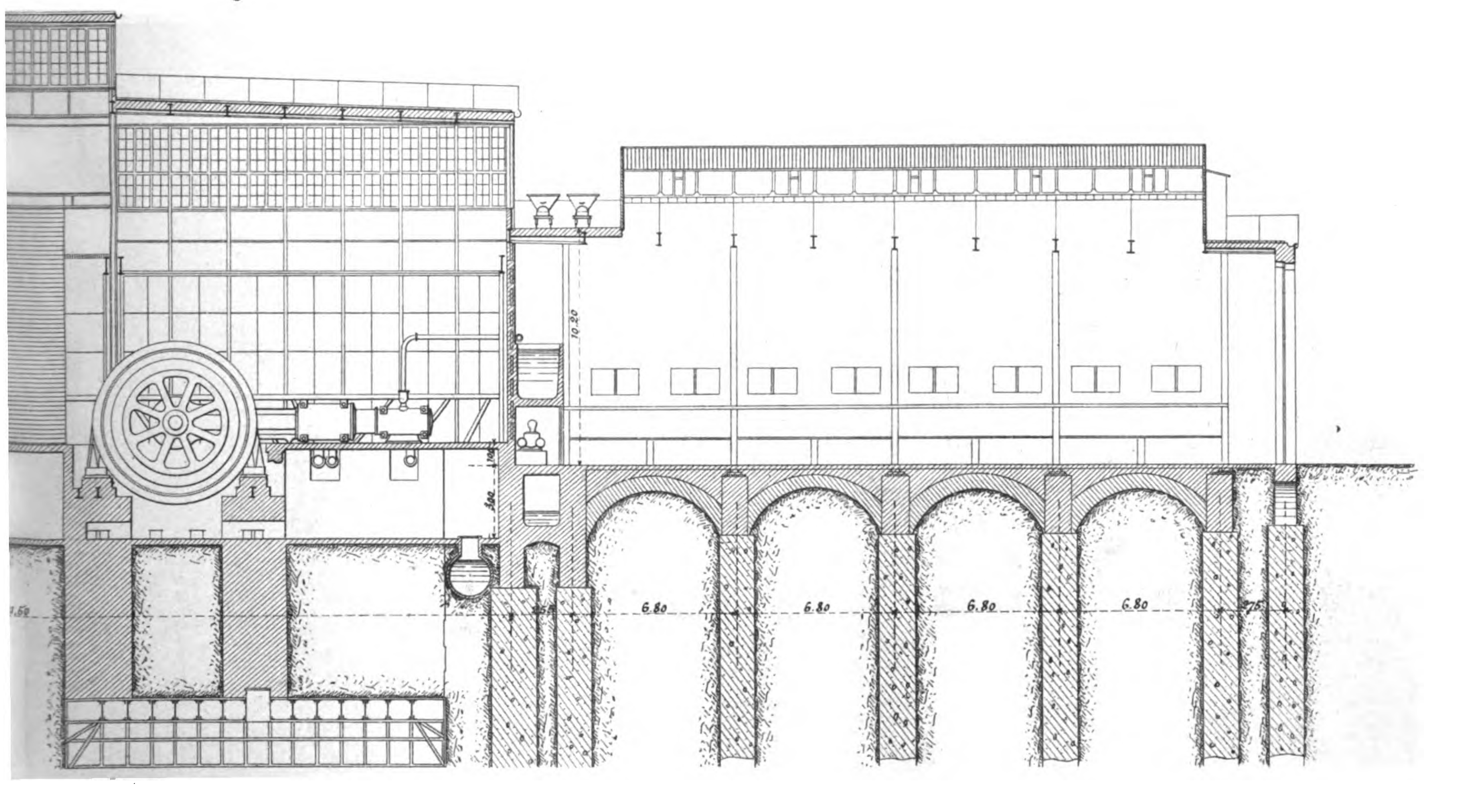
# COMPAGNIE «LE TRIPHASÉ.»

sur la salle des machines

18.70

10.75 10.75 10.75 10.75 10.75 10.75 10.75


des machines et générateurs suivant **YZ**.

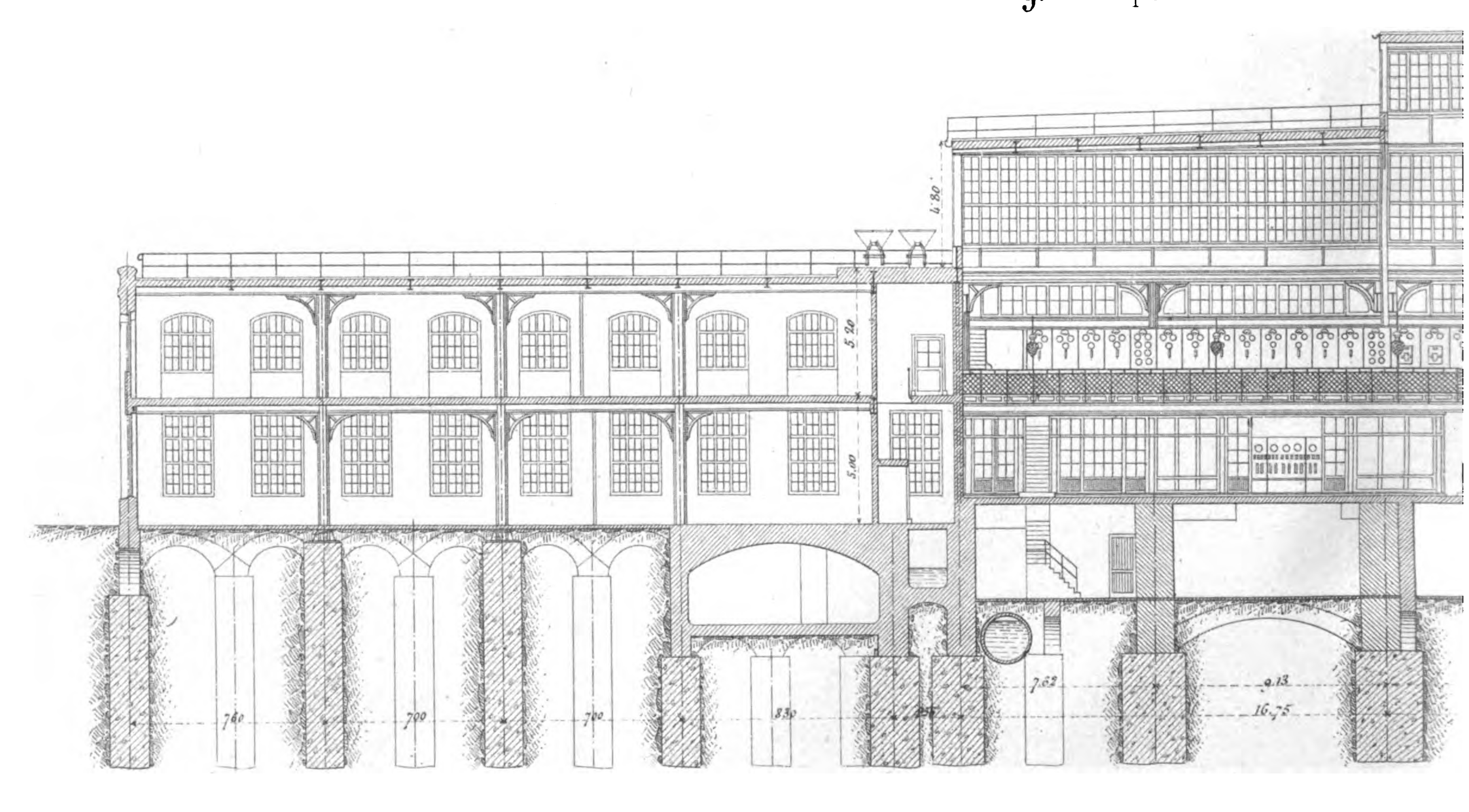



(7369) Imp. A. Gentil, 188 faubg St Denis. Paris

# USINE ÉLECTRIQUE DE LA

**Fig.1.** Coupe
sur le bâtiment des machines

**Fig.2.** Coupe transversale sur le



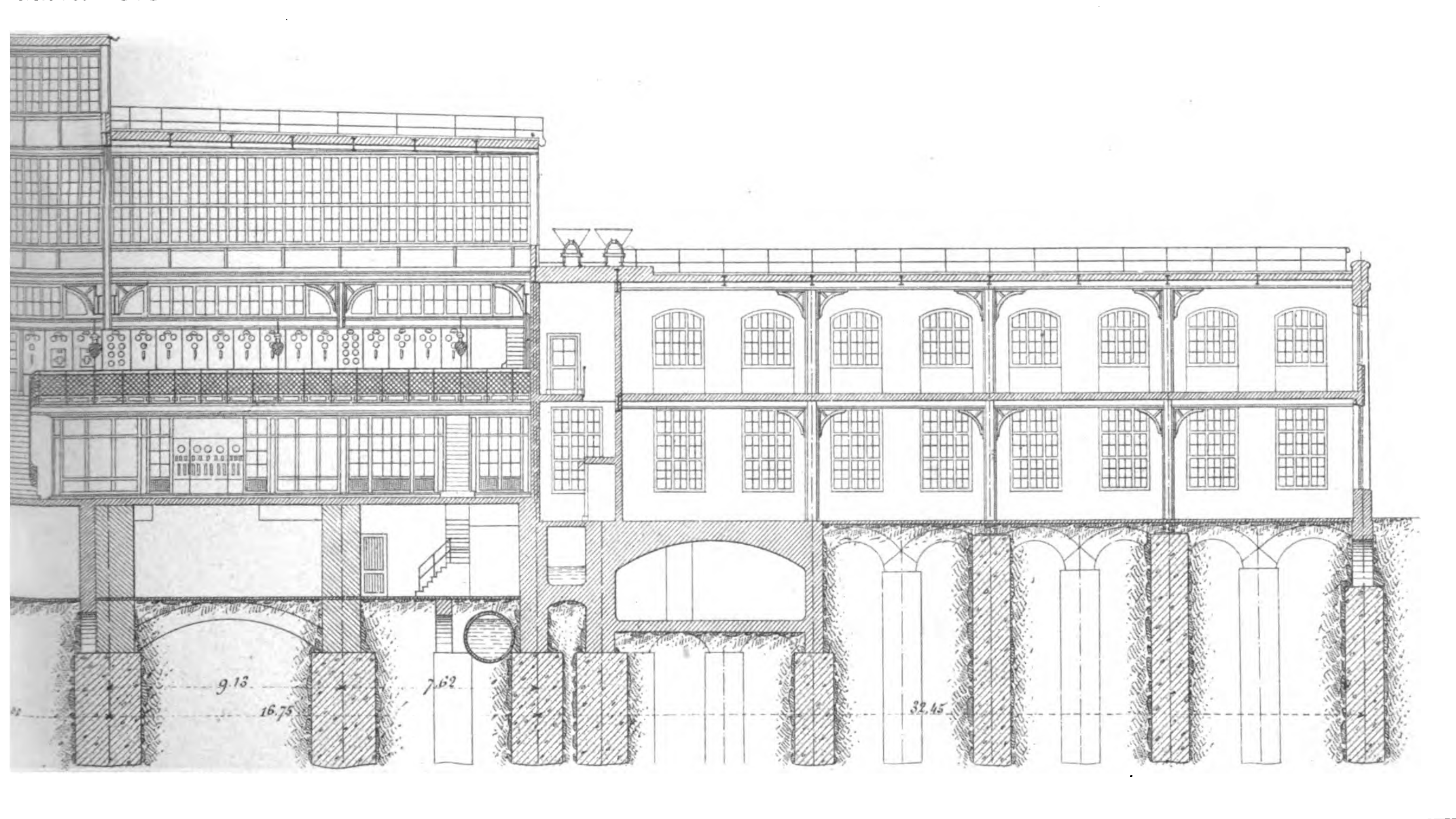
# COMPAGNIE « LE TRIPHASÉ »

ransversale

. des générateurs suivant **VX.**

32.45

timent des machines suivant **S T.**




(-370) Imp. A. Gentil, 188, faub. St Denis Paris

USINE ÉLECTRIQUE DE L

Batiment du

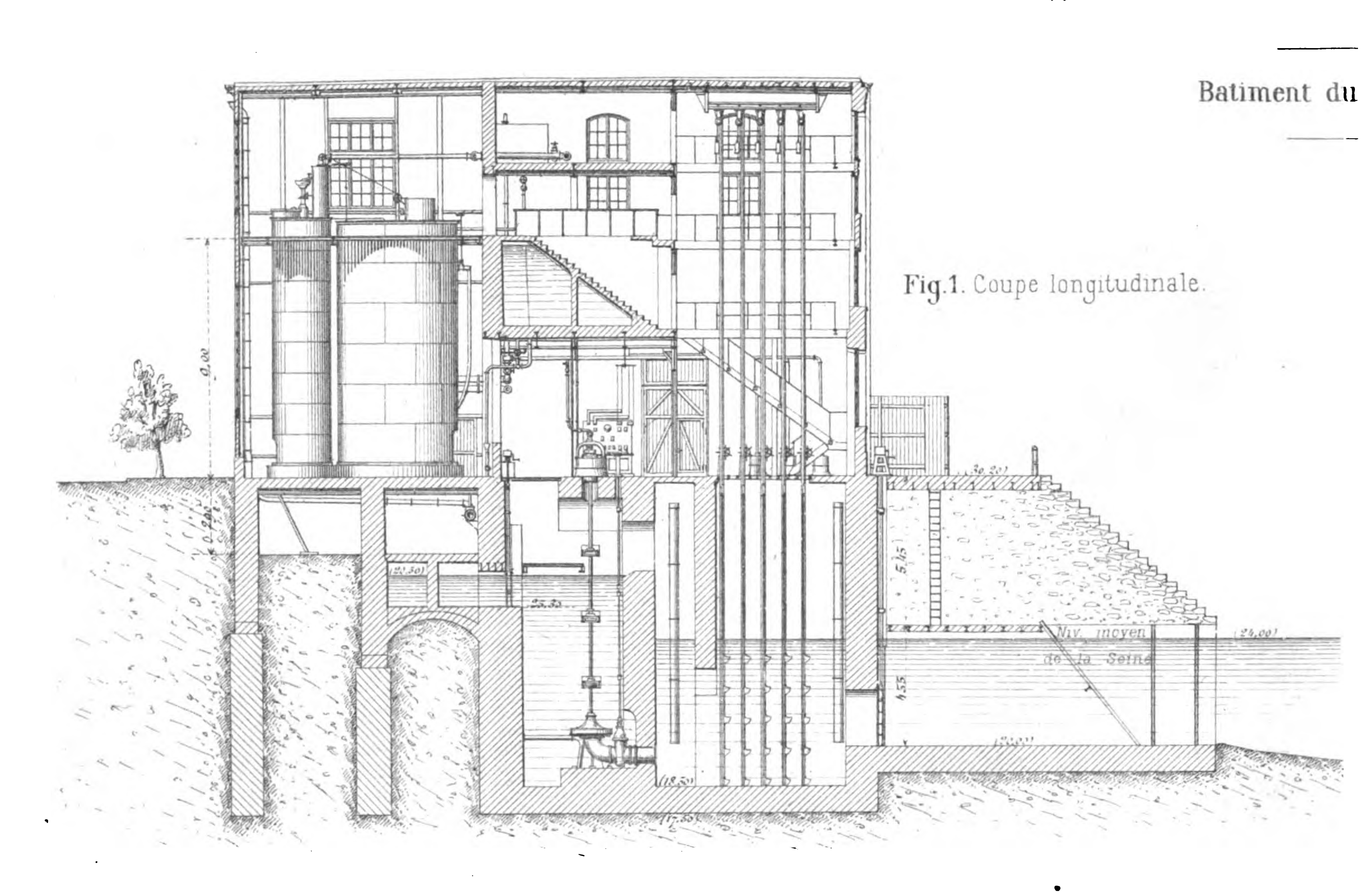



Fig. 1. Coupe longitudinale.

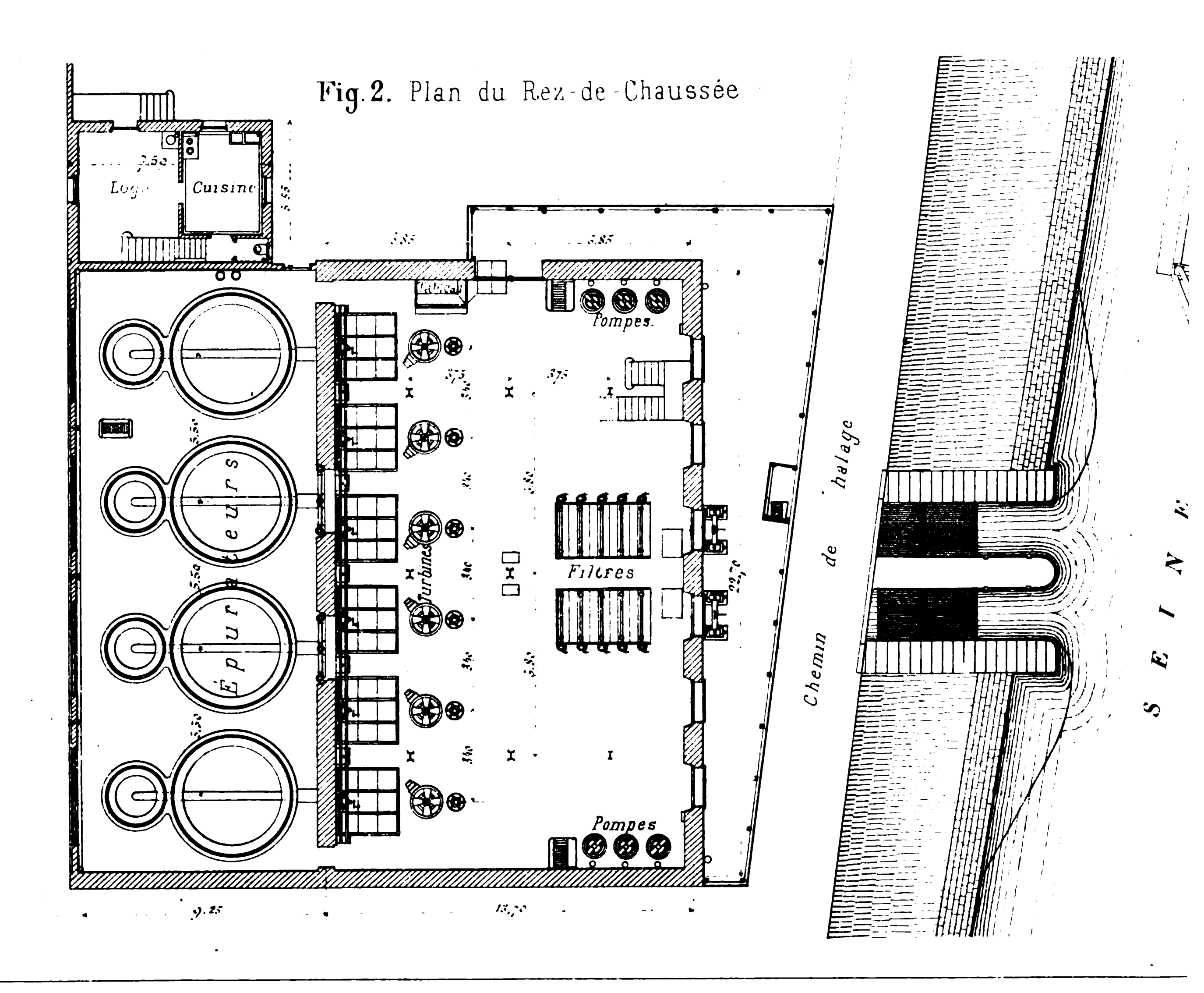



Fig. 2. Plan du Rez-de-Chaussée

A COMPAGNIE "LE TRIPHASÉ."

service des eaux

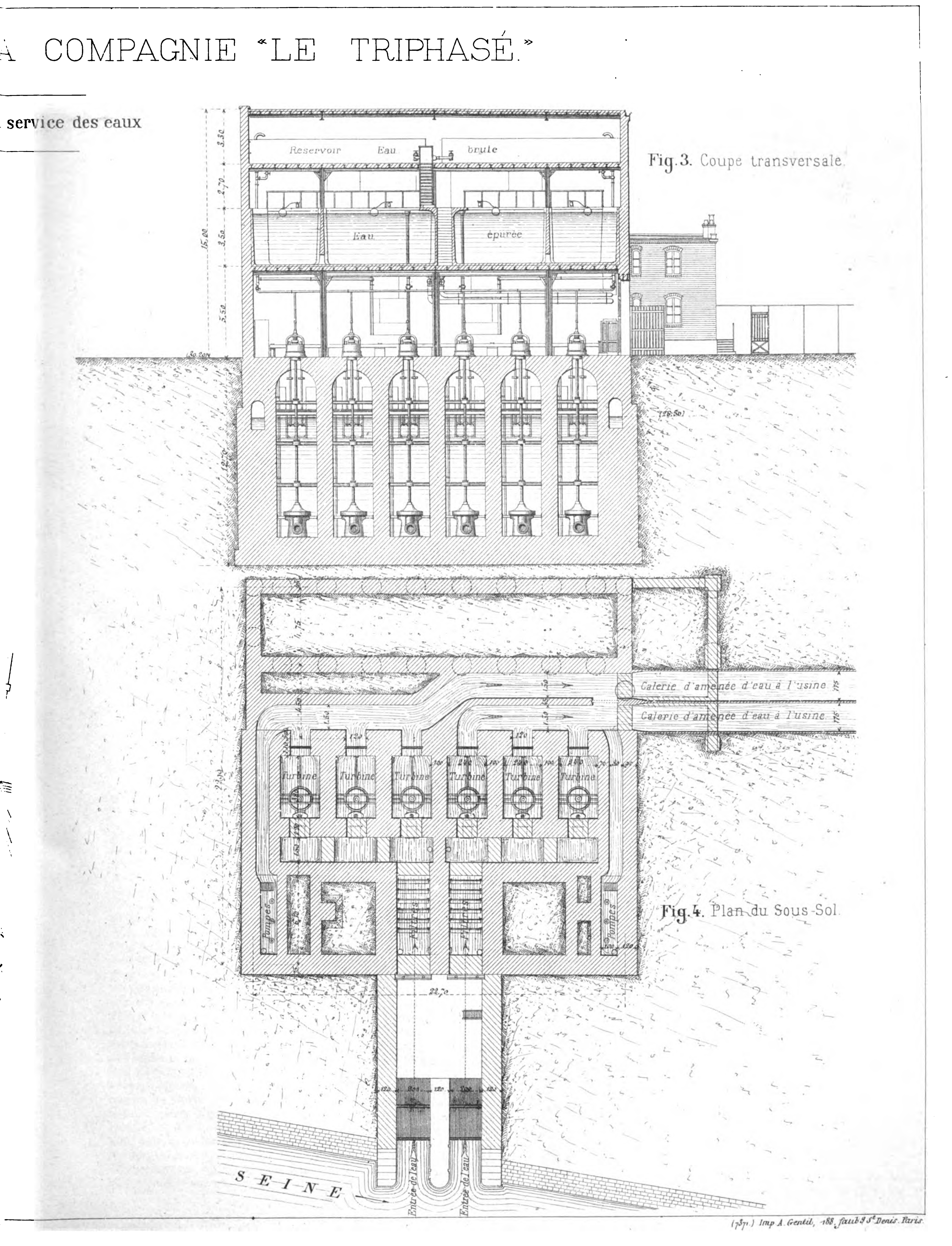



Fig. 3. Coupe transversale.

Fig. 4. Plan du Sous-Sol.

(7571) Imp A. Gentil, 188, faub S^t Denis. Paris.

des troupes des États-Unis. Aussi le Congrès est-il saisi d'un projet de loi, de M. Lacey, d'après lequel le Gouvernement pourrait donner aux mineurs un titre de propriété temporaire sur le sable de la plage.

Cet état de choses — absence de législation minière, grand nombre de prospecteurs se préparant à l'exploitation de la plage, et concurrence du capital avec ses dragues et ses moyens d'action, — n'a pas été sans causer quelques inquiétudes et l'imagination puissante de M. W. T. Stead, l'éminent directeur de la *Review of Reviews*, a déjà évoqué la guerre terrible et sans quartier que se livreraient les pauvres et les riches pour la conquête de cette bande de terre. Selon lui les vieux mineurs, et beaucoup parmi les jeunes, de ce qu'il appelle l'*armée des 60 000*, ont leurs carabines et n'hésiteront pas à faire feu; de leur côté, les capitalistes auraient cuirassé leurs dragues et les auraient munies de Maxims et de Nordenfeldts.

Mais il ne faut pas prendre les choses au tragique, ni s'exagérer la vraie valeur des richesses du Cap Nome. Il importe de rétablir les faits et de discuter froidement le caractère de ces alluvions, et c'est ce que permettent de faire les articles publiés, cet hiver, dans l'*Engineering and Mining Journal* de New-York, ainsi que la communication faite à la *Société des Ingénieurs des Mines d'Amérique* par deux de ses membres, MM. F. C. Schrader et Alfred H. Brooks.

Tout d'abord les alluvions marines ne constituent qu'une partie des graviers exploitables de la presqu'île Seward, et elles ne font que présenter avec plus de continuité et une teneur plus élevée les caractères de dépôts similaires, déjà connus depuis longtemps sur la côte des États de Californie et d'Orégon. Ces alluvions marines ne furent même pas les premières en date que l'on découvrit aux environs de Nome : car elles ne furent remarquées par les prospecteurs qu'au cours de l'été 1899, alors que les alluvions des rivières Anvil et Snake l'avaient été, dès l'automne 1898, par des Lapons conducteurs

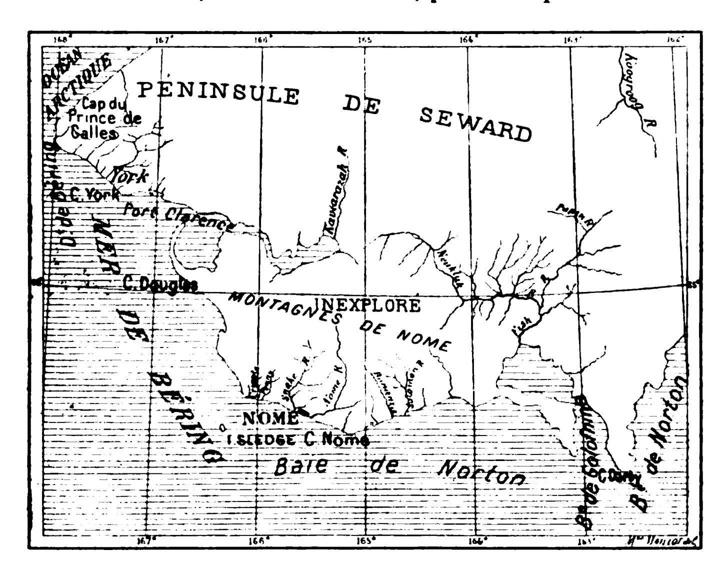



Fig. 2. — Carte de la région voisine du Cap Nome.

de rennes, qui en portèrent la nouvelle aux mineurs hivernant sur la baie de Golofnine.

D'après MM. Schrader et Brooks, l'ossature rocheuse de la presqu'île Seward, dans tous les endroits où les travaux exécutés ont permis de l'étudier quelque peu, et principalement aux environs du Cap Nome, serait constituée par une série de micaschistes et de calcaires, alternant dans leur stratification ; la direction de ces roches est sensiblement N.-O.-S.-E. et elles ont un pendage, vers le sud-est, d'environ 45°. Les schistes sont très feuilletés et dénotent un intense métamorphisme : ils sont recoupés par des veinules de quartz et de calcite, dans lesquelles on trouve des cristaux de pyrite de fer et de cuivre. C'est à ces minéraux qu'on peut rattacher l'origine de l'or. Le redressement de ces schistes, et le soulèvement montagneux dont on suppose l'axe à 20 à 25 kilomètres au nord de la côte, semble dû à l'intrusion d'un granit, signalé par les prospecteurs, et dont on trouve des galets roulés vers la tête des cours d'eau. Le plateau en pente douce qui s'étend des premiers contreforts de ces hauteurs jusqu'à l'Océan — sur une longueur de 4 ou 5 milles (5 à 8 kilom.) — est constitué par un gravier d'origine marine, sans doute, puis émergé par suite d'un soulèvement de la côte. Épais de 30 à 40 pieds (9 à 12 mètres), peut-être de 100 pieds (30 mètres), ce sédiment est couvert par la tourbe. Sous un tapis épais et spongieux de mousse et d'herbes, on trouve une couche de tourbe noire ou d'un brun foncé, d'une épaisseur de 10 à 50 centimètres. Puis viennent, successivement, une couche d'argile bleuâtre et des strates alternés de sable fin et de gravier, auxquels sont mélangées des couches minces de *sable rubis* (où dominent des cristaux de grenat) et de *sable noir* (où domine l'oxyde de fer magnétique); dans ces sables, on trouve de l'or en quantités commerciales. Le tout repose sur une argile résistante, bleuâtre ou jaunâtre, que les mineurs considèrent comme le bed-rock, mais improprement, puisque le vrai bed-rock doit être constitué par des schistes et des calcaires. Quelques puits de recherche foncés dans ce gravier ont donné des échantillons dont la teneur variait de 7 fr. 50 à 225 francs au mètre cube, mais les prospecteurs n'ont pas encore fait l'étude systématique de la plaine et il serait prématuré de présumer de la richesse de cette alluvion.

Celle-ci semble bien provenir de la décomposition, sous l'action des vagues, de la roche sous-jacente et est presque exclusivement composée de cailloux de calcaire et de micaschistes. Les *terrasses* qui la surmontent au nord et s'observent, accrochées, çà et là, au flanc de la chaîne de montagnes, paraissent donner plus de force à l'hypothèse d'une émergence de toute la côte.

Les placers travaillés à Nome dérivent, probablement, par concentration secondaire, de ce vaste banc de graviers marins.

On peut les diviser en alluvions de ravins *(gulch placers)*, alluvions de rivières *(bars)* et alluvions marines *(beach placers)*.

1° *Alluvions de ravins (gulch placers)*. — Sur les affluents des rivières qui se jettent dans la mer, — rivières dont les vallées, horizontales, atteignent une largeur de 1 $^1/_2$ à 4 $^1/_2$ kilomètres, — l'or se trouve sur le bed-rock, sous une couche de 5 à 8 pieds de graviers. Pour ces tributaires, l'alluvion, de bord à bord, a une largeur qui varie de 20 pieds seulement jusqu'à plusieurs centaines de pieds; l'or n'occupe pas tout le plat du thalweg, mais se rencontre le plus souvent dans une zone parallèle à la direction générale du cours d'eau, ou dans des poches alignées suivant cette direction. Lorsqu'on lave ces graviers, on obtient une proportion assez forte de *sable rubis* et de *sable noir* qui, en raison de leur densité, s'accumulent avec l'or dans la zone payante *(pay-streak)* ou dans les poches.

L'or des gulches est assez gros, variant de la dimension d'une grosse tête d'épingle à des pépites pesant plusieurs onces (1 once = 31 grammes). Les grains sont arrondis, d'une couleur rappelant celle du bronze terni, et contiennent fréquemment de petits fragments de quartz.

2° *Alluvions de rivières (bars)*. — C'est sur les *bars* ou plages basses de la rivière Snake que l'or a été découvert dans le district de Nome. On

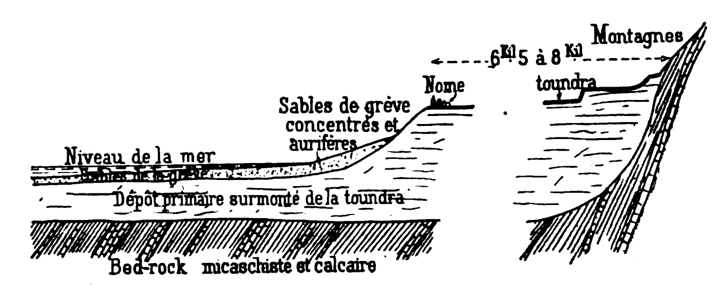



Fig. 3. — Coupe schématique des alluvions marines de Nome.

le trouve en grains plus fins que dans les graviers des ravins et disséminé, sans ordre apparent, dans les sables apportés par les ruisseaux qui descendent des montagnes ou arrachés au banc primaire que recouvre la toundra.

3° *Alluvions marines (beach placers)*. — Le long de la plage, l'or est fin, l'action des vagues l'ayant réduit à la dimension moyenne de ces petits grains de plomb appelés *cendrée*. Il est très roulé, souvent aplati ; des pépites pesant 1gr $^1/_2$ ou 2 grammes n'ont été trouvées qu'exceptionnellement. Il est d'une couleur vive et ressemble à des rognures d'or ou de bronze frais. On le rencontre sur une bande de terre, large de 100 à 150 mètres qui s'étend entre la marque des basses eaux et le bord vertical de la plaine à toundra, et qu'on a reconnue sur une longueur d'au moins 45 à 50 kilomètres à l'ouest de la ville. La couche payante est généralement sous 2 à 3 pieds de sable fin et repose sur de l'argile bleue que les mineurs qualifient de bed-rock : elle n'est pas continue, mais affecte la disposition de poches en chapelets dont l'axe serait perpendiculaire à la ligne du rivage. Là encore se retrouvent les sables rubis et les sables noirs caractéristiques du district. Quant à la teneur moyenne de l'alluvion, on estime que chaque homme, travaillant au berceau, s'est fait, l'été dernier, 100 francs par journée. Un homme lavant ainsi un mètre cube et demi par jour, ceci correspondrait à une teneur d'environ 60 francs au mètre cube.

De cette description, on doit pouvoir conclure que l'or arraché aux veinules de quartz que l'on a constatées dans le sous-sol schisteux de la péninsule, soit par des actions glaciaires, soit par érosion marine, a subi une première concentration dans le gravier primaire qui constitue la plaine recouverte par la toundra. Une seconde concentration aurait lieu dans les ravins et les cours d'eau se jetant dans la mer; tandis qu'une troisième, portant sur des éléments encore plus fins, s'opérerait sur le sable de la grève, sous l'action atténuée du flux et du reflux (voir figure 3). Jusqu'à présent, les mineurs ont délaissé les graviers de l'alluvion primaire, pour le travail desquels il faudrait un

matériel permettant le maniement économique d'un cube considérable: ils ne se sont que peu occupés des alluvions de ravins à cause du décapelage nécessaire pour arriver à la couche payante, et ils ont surtout concentré leurs efforts sur les sables de la grève, qu'ils travaillent à l'aide de berceaux primitifs ; cependant tous les terrains avoisinant les cours d'eau qui se jettent dans la mer, à l'est et à l'ouest de Nome, ont été piquetés et divisés en claims de 1 320 pieds sur 660 pieds (402m 30 sur 201m 15).

De tout ce qui précède il résulte que, sur la péninsule de Seward, on se trouve en présence d'une zone aurifère d'une étendue probablement considérable. L'or a été rencontré aux environs de Nome City, puis sur les rivières Solomon et Bonanza, à 60 kilomètres au nord-est. Déjà on l'avait trouvé en quantités payantes sur la baie de Golofnine et un indigène, employé à la garde des troupeaux de rennes du Gouvernement, en a signalé la présence, vérifiée par un officier de la marine des États-Unis, au cap York. Le caractère pétrographique de la région — en tant qu'on le connaît — semble indiquer que la péninsule n'est que la continuation du vaste district du Youkon et qu'elle se rattache géologiquement à la côte sibérienne.

Quant à la valeur commerciale de cette zone aurifère, il ne faudrait pas, dans l'état actuel des renseignements que l'on a sur elle, se l'exagérer. MM. Schrader et Brooks disent clairement que l'or se présente, tant dans les ravins que sur la plage, sous forme de poches, faciles d'accès et rapprochées, il est vrai, mais n'ayant pas les caractères de continuité et de régularité qui permettent, pour un gisement, une exploitation intensive, grevée d'un matériel coûteux. On doit tenir compte également des difficultés afférentes aux recherches dans la toundra. Puis, pour les alluvions les plus riches, celles où la concentration naturelle de l'or a été poussée le plus loin — les alluvions de grève — on sait que le Gouvernement Fédéral ne croit pas pouvoir donner de titres de propriété, et il est douteux même qu'il consente à donner un titre provisoire, ce qui permettrait l'accaparement des claims par des spéculateurs et provoquerait des mouvements hostiles de la part des mineurs indépendants. Pour l'alluvion primaire dont l'étendue et le volume se prêteraient éminemment aux travaux de grandes Compagnies, il est à craindre que sa teneur moyenne, rémunératrice peut-être dans d'autres conditions, ne le soit pas sous cette latitude. Enfin, pour ce qui concerne l'exploitation de la grève par des appareils dragueurs, — dragues proprement dites ou excavateurs, — il faut se rappeler que le dragage n'est pas une opération aussi simple ou aussi facile dans la pratique que sur le papier ; sur une plage inclinée, avec une forte marée, des tempêtes violentes et fréquentes, les avaries seront nombreuses et un naufrage complet et radical ne sera qu'une question de temps. On a préconisé aussi le fonçage de puits et le percement de galeries par lesquels on atteindrait sous la mer le bed-rock des sables de la plage : mais a-t-on calculé sérieusement le coût et les aléas de semblables opérations ?

A toutes ces restrictions sur la valeur des alluvions de Nome, restrictions provoquées par l'analyse des caractères physiques des dépôts, il faut ajouter celles que suggèrent les conditions locales.

La *saison*, à Nome, comprend les mois de juillet, d'août et de septembre et peut-être la première quinzaine d'octobre. Durant cette courte période, les pluies sont abondantes et répétées et une épidémie de fièvre typhoïde s'est abattue, l'été dernier, sur les premiers pionniers ; et pendant le long hiver, accompagné de la nuit polaire, les bateaux, dont l'approche est toujours difficile, en raison du manque de port, ne peuvent pas venir à moins de 10 kilomètres de la côte, à cause de la banquise qui s'accole au rivage.

Il semble donc difficile que de grandes exploitations, fructueuses pour les capitaux engagés, puissent utiliser à Nome un matériel perfectionné et réaliser de gros profits; et si de hardis aventuriers peuvent y faire, à l'aide d'un heureux hasard, de rapides fortunes, il est à craindre que le nombre des élus ne sera pas considérable, car bien peu d'hommes sont capables de supporter les fatigues physiques d'une vie aussi pénible et d'une tâche aussi dure.

R. DE BATZ.

## MINES DE LIGNITE DE GARDANNE (BOUCHES-DU-RHONE)

### Construction d'une galerie souterraine [destinée à relier la concession à la mer.

*(Suite et fin [1]).*

B. TRAVERSÉE DES CALCAIRES SECONDAIRES. — Dans le précédent article, nous avons appelé l'attention sur les difficultés que l'on eut à vaincre dans la traversée des calcaires secondaires, par suite du régime des eaux dans ces terrains.

Ce fut en juin 1892 que l'on rencontra la première fente aquifère donnant un débit de 2 000 litres par minute. On chercha, par la formule $Q = S\sqrt{2gh}$, dans laquelle Q représente le débit et S la section, quelle était la pression de l'eau. Dans cette formule on connaissait en effet Q et S par mesurage, et l'on trouva $h = 81$ mètres, soit un peu plus de 8 kilogr. de pression. Malgré quelques nouvelles venues d'eau, on continua les travaux et, en décembre 1892, on atteignait le kilomètre 2 850. Mais à ce moment, le débit qui n'avait fait qu'augmenter pendant ces quelques mois, était arrivé au chiffre très important de 12 500 litres par minute. Cet état de choses devenait inquiétant et il était nécessaire de prendre au plus vite un parti. On se décida donc à cuveler les sections de galeries dans lesquelles les eaux rencontraient des terrains trop fissurés. Il était impossible, en effet, de les laisser s'écouler sans risquer de graves responsabilités, car il était à craindre que, par suite du libre écoulement de la nappe souterraine, on ne finît par assécher certaines contrées, ce qui aurait pu avoir les plus graves conséquences. Le premier cuvelage fut installé entre les points 2 820,85 et 2 802,45 et fut construit en fonte.

Pour la construction de ce cuvelage on avait à choisir entre le bois, la maçonnerie ou la fonte. On rejeta sans hésitation le cuvelage en bois, car il aurait nécessité un appareillage soigné de grosses pièces de chêne sur place, ce qui aurait été très difficile à obtenir d'une façon parfaite. On chercha alors lequel d'un cuvelage en maçonnerie ou de celui en fonte était le plus pratique et le plus avantageux. On calcula l'épaisseur à donner à la maçonnerie, en appliquant la formule de M. Haton de la Goupillière : $E = \frac{\pi HD}{2(R - \pi H)}$, et en considérant le cuvelage comme soumis à l'extérieur à une pression de 100 mètres d'eau. Dans cette formule, D représente le diamètre intérieur du tube, H la hauteur d'eau et $\pi H$ la pression par mètre carré de surface, R étant la résistance à l'écrasement par mètre carré des matériaux employés. On trouva pour E la valeur $E = 875$ millimètres, soit 1 mètre en chiffre rond. En tenant compte du revêtement intérieur en briques, il en résultait que l'épaisseur à donner à la maçonnerie nécessitait le percement d'une galerie de 6 mètres de diamètre, ce qui aurait compliqué énormément le travail et l'aurait rendu des plus coûteux. On chercha alors quelle était l'épaisseur à donner à la fonte et l'on trouva 30 millimètres ; on adopta donc celle-ci par suite des grands avantages qu'elle présentait.

Le premier cuvelage avait une longueur totale de 18m 42 et était composé de onze anneaux de 1m 50 de longueur ; il comprenait en outre quatre trousses picotées, dont deux à chaque extrémité. Chaque anneau était muni de brides permettant son assemblage avec les anneaux voisins et était constitué par huit segments également assemblés entre eux par des brides très soigneusement dressées. Son poids total était de 5 830 kilogrammes. Les segments inférieurs portaient les différentes nervures et assises nécessaires pour recevoir les traverses des voies et du plancher.

Les différents assemblages des segments et des anneaux étaient absolument parfaits, tout était dressé au tour afin d'obtenir des joints complètement étanches. Les trous des divers boulons d'assemblage étaient exactement repérés et calibrés au tour. Le montage se faisait en installant tout d'abord la première trousse picotée, puis en ajustant à sa suite et en assemblant soigneusement le premier anneau, en commençant par le montage des deux segments inférieurs. Ceux-ci étaient assemblés entre eux avant le montage et, une fois arrivés à l'emplacement qu'ils devaient occuper, on les descendait, au moyen de palans à leur emplacement exact.

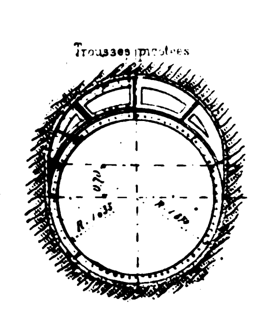



FIG. 1. — Coupe suivant CD.

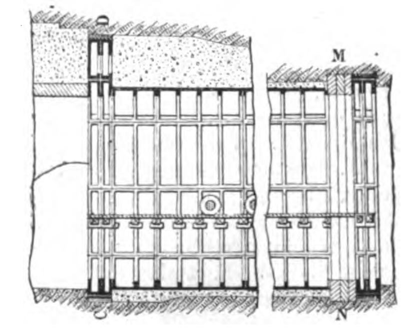



FIG. 2. — Coupe longitudinale.

FIG. 1 et 2. — Cuvelage en fonte.

Les quatre segments suivants étaient amenés à bras d'homme et mis en place séparément, enfin les deux segments supérieurs, une fois assemblés entre eux et placés sur un chariot spécial muni de vis, étaient conduits et poussés au moyen des vis dans un vide fait en avant du cuvelage. On les ramenait ensuite en arrière, exactement en regard de l'endroit qu'ils devaient occuper et, en descendant les vis

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 4, p. 57; n° 5, p. 82.

de la quantité qu'il fallait, on arrivait à mettre les segments exactement à leur place. On n'avait plus alors qu'à placer les boulons de serrage, de 30 millimètres de diamètre, en les rendant bien étanches par des joints au minium. Tous les joints étaient du reste garnis de de feuilles de plomb et l'on obtint ainsi une étanchéité parfaite.

Au fur et à mesure que le cuvelage était mis en place on avait soin de combler le vide entre le terrain et l'armature métallique avec un excellent béton au ciment. Cette garniture avait une épaisseur variant entre 15 et 20 centimètres et constituait, en somme, un deuxième anneau rigide consolidant l'anneau métallique intérieur. On prit encore la précaution de laisser, en face des sources et des arrivées d'eau les plus importantes, des ajutages garnis soit de robinets, soit simplement de bouche-trous. Grâce à cette mesure de précaution, l'eau s'écoulait librement pendant le travail et ne rendait pas ce dernier plus difficile.

Les trousses picotées furent établies selon les procédés ordinairement employés ; elles étaient composées (fig. 1 et 2) de deux robustes anneaux en fonte de même diamètre intérieur que le cuvelage et ayant vingt centimètres de longueur. Pour que la pression sur la mousse fût bien régulière, on dut donner à ces trousses des sections épousant absolument la forme du terrain (fig. 1). Enfin disons encore que le raccordement du cuvelage avec la trousse extrême fut obtenu au moyen d'un anneau en chêne MN (fig. 2), dont le bois fut soigneusement assemblé et ajusté sur place, puis ensuite calfaté et rendu parfaitement étanche.

Ce premier cuvelage fut bientôt suivi de plusieurs autres. C'est ainsi qu'entre les kilomètres 2 846 et 2 891, 2 898 et 2 910, etc., de grandes venues d'eau obligèrent à faire des travaux analogues. Ces travaux furent fort onéreux mais donnèrent pleine satisfaction, car on put, de cette manière, réduire à moins de 11 000 litres d'eau le débit qui autrement aurait dépassé 50 000 litres par minute.

Dans cette deuxième partie du percement de la galerie on a donc eu à lutter contre deux facteurs nouveaux, l'eau et la grande dureté des roches. Il était nécessaire d'opposer à ces conditions différentes et plus délicates, des moyens d'action différents plus énergiques et plus efficaces.

Les petits perforateurs à main ne permettaient plus en effet, dans ces terrains durs, qu'un avancement moyen de 2 mètres par jour. Il était donc de toute urgence, si l'on voulait continuer à obtenir un avancement rapide, de substituer à ces outils d'un rendement trop faible des perforatrices mécaniques puissantes, capables d'un bon rendement même dans ces roches dures ; on se décida pour les perforatrices électriques. Ce choix était tout indiqué. On avait, en effet, toute l'eau sous pression désirable pour faire marcher des moteurs hydrauliques et il était facile de transformer cette force disponible en courant électrique permettant d'amener, au moyen de simples conducteurs, la force motrice à de très grandes distances. Nous n'entrerons pas ici dans la description des appareils moteurs ni dans celle des perforatrices, cette description ayant déjà été donnée dans le *Génie Civil* (1).

Nous rappellerons seulement que l'on adopta le courant triphasé pour la dynamo motrice, que les turbines motrices étaient des roues Pelton, et que les perforatrices étaient des perforatrices rotatives avec outils en acier du système Bornet (fig. 3).

Au point 2$^{km}$ 800, on installa, en outre, une deuxième turbine qui permit de supprimer le moteur à vapeur et le ventilateur du puits Saint-Joseph. Le nouveau ventilateur actuel est un ventilateur Geneste-Herscher, aspirant 4 mètres cubes par seconde en marchant à une vitesse de 1 200 tours à la minute, et 5 mètres cubes en marchant à 1 600 tours. La turbine fait 15 chevaux en consommant par minute 600 litres d'eau sous 8 kilogrammes de pression. Grâce à cette nouvelle installation, l'aérage est assuré jusqu'au puits de la Mure (6$^{km}$ 635). L'air entrant par la galerie revient au puits Saint-Joseph, soit par une colonne de tuyaux de 0$^{m}$ 60 de diamètre, soit par une galerie supérieure, soit encore par la cunette de la galerie.

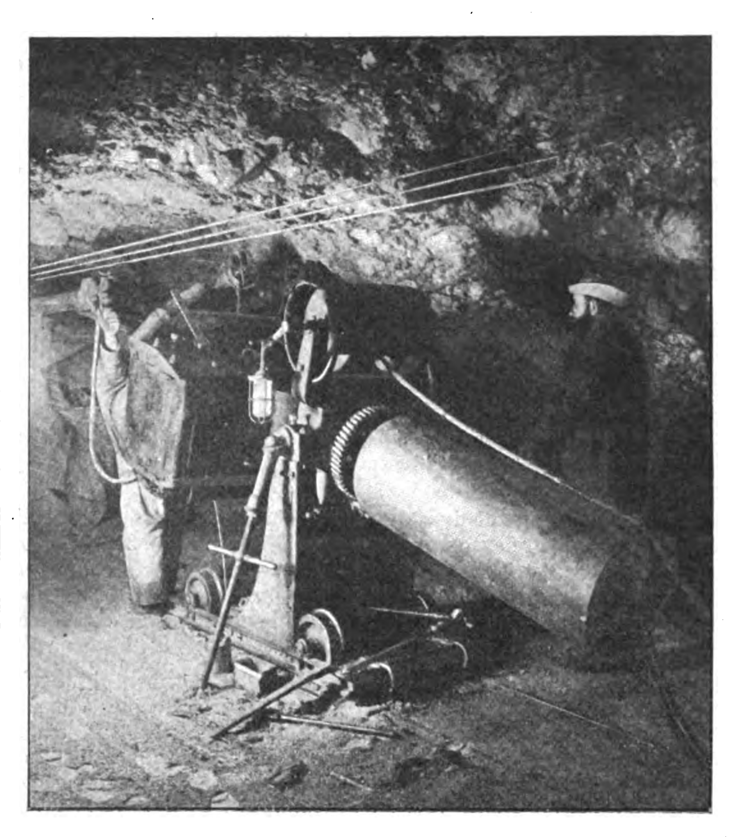


FIG. 3. — Chariot-affût de perforatrices.

Bien que les charges de dynamite soient assez fortes à chaque volée, 10 à 12 kilogr. de gomme, l'aérage est assez énergique pour que, dans l'espace d'un quart d'heure, les fumées soient dissipées et permettent aux ouvriers de revenir reprendre les travaux de déblayage.

Pour ce service on substitua également la commande hydraulique à la commande par la vapeur. Les figures 4, 5 et 6 montrent les détails du treuil hydraulique. Celui-ci est composé d'une turbine horizontale à double aubage, d'une puissance de 18 chevaux qui permet le traînage de 12 wagonets, contenant 5 mètres cubes de matériaux, à une vitesse de 8 à 10 kilomètres à l'heure. Dans cet appareil, l'eau pénètre par une tubulure latérale, rencontre les aubages et met la turbine en rotation rapide. L'arbre moteur est muni d'une roue d'engrenage commandant un système de roues dentées à action très ralentissante. Le dernier de ces engrenages est calé avec la poulie conductrice du câble. Grâce au double aubage de la turbine, on est maître, suivant les besoins, de faire marcher tout l'appareil dans l'un ou dans l'autre sens.

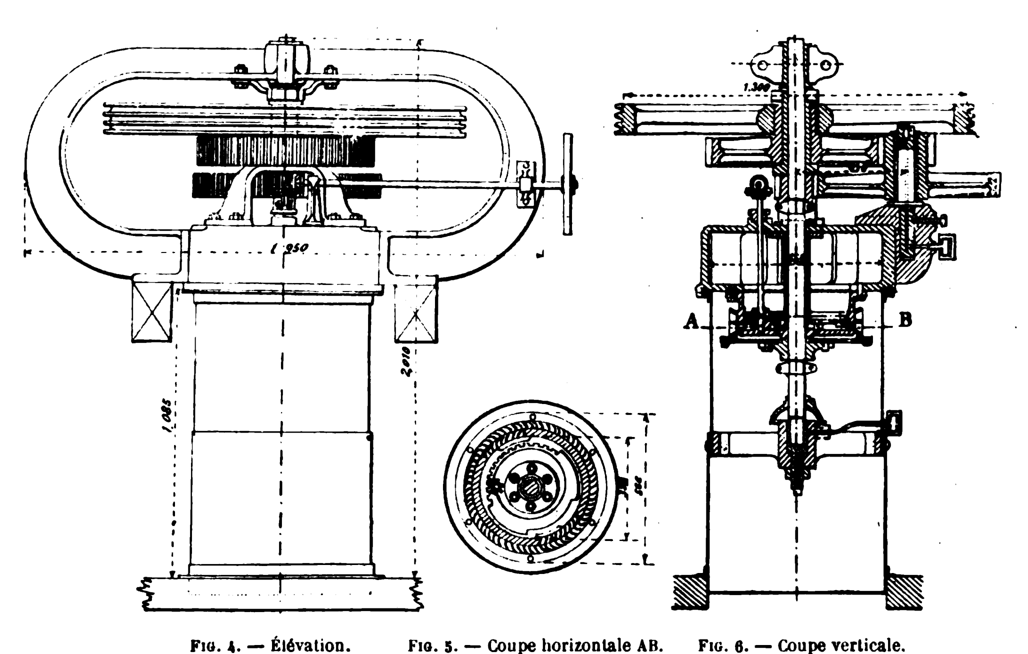



FIG. 4. — Élévation. FIG. 5. — Coupe horizontale AB. FIG. 6. — Coupe verticale.

FIG. 4, 5 et 6. — Élévation et coupes du treuil hydraulique.

Lorsque, vers 1896, on rencontra à nouveau de grosses sources vers les points 4 548 et 4 620, on reporta tous les appareils moteurs, roue Pelton, dynamo génératrice, etc., primitivement installés au point 2 900, à la cote 4 575. Toutefois la position de la turbine commandant la traction par câble ne fut pas modifiée ; on se borna à déplacer la poulie de retour que l'on installa à la cote 4 500. Plus tard enfin, lorsque l'avancement eut encore progressé, la conduite des déblais

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 11, p. 165.

jusqu'à la cote 4 500, point terminus du câble, se fit par une locomotive électrique.

Nous croyons intéressant d'indiquer ici comme nous l'avons fait pour l'avancement avec les perforateurs à main, la disposition des trous de mine dans le cas de la perforation électrique. Les trous de mine dans ce cas sont au nombre de 12 ou 15 (fig. 7 et 8), suivant

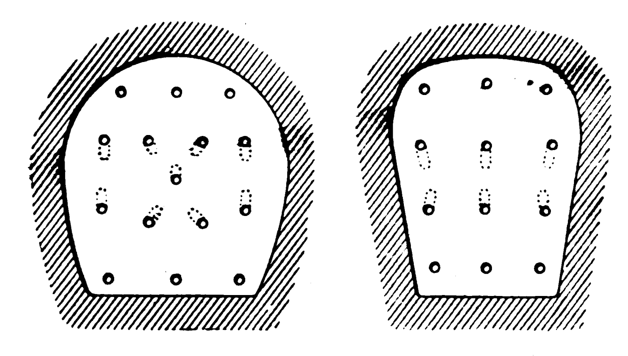


Fig. 7 et 8. — Disposition des trous de mine dans la perforation mécanique (15 trous et 12 trous).

la plus ou moins grande dureté des roches traversées; ils ont 38 millimètres de diamètre avec une profondeur de 1m 08 à 1m 30, les culots laissés ayant de 6 à 15 centimètres de longueur.

L'avancement moyen journalier a été de 5m 70 avec les perforatrices mécaniques, alors qu'il n'avait atteint que 2m 40 dans ces mêmes roches avec les perforateurs à main.

Il nous paraît curieux de résumer les dates d'avancement de la galerie. En novembre 1895, on fit les installations électriques à la cote 2 902. Le 31 décembre 1896, on était au point 4 272; le 31 décembre 1897, on arrivait à la cote 4 841, et enfin, le 31 décembre 1898, on atteignait la cote 6 074, tout en ayant eu, dans ce dernier espace de temps, d'importants cuvelages en maçonnerie à faire. C'est le 2 mai 1899 que les travaux rencontrèrent ceux du puits de la Mure à la cote 6 543, et ici, grâce aux deux tronçons entrepris de ce point, on passa à la cote 6 558 ; enfin, on atteignit le point 6 700 le 30 juin 1899.

II. — **Puits E. Biver. Attaque par Gardanne.** — Comme nous l'avons déjà fait remarquer, il était tout indiqué de foncer, à l'extrémité de la galerie, un puits qui permettrait de pousser les travaux vers la mer aussi loin que possible, ce qui réduirait d'autant la longueur de la galerie à établir depuis la Madrague. Aussi, dès 1891, commença-t-on à forer le puits E. Biver, qui fut terminé en novembre 1892, ayant atteint la profondeur utile de 275 mètres. Deux galeries allant vers la Madrague furent immédiatement établies, l'une, partant de la cote 18 mètres, à laquelle doivent aboutir les deux galeries de la mer, avait une pente de 1/2 millim. par mètre vers la mer, l'autre, au contraire, partant de la cote 10m 5, était légèrement en contre-pente et son inclinaison était prévue pour rencontrer la galerie supérieure à une distance de 4 kilom. du puits, distance extrême à laquelle on pensait pouvoir arriver par Gardanne. En supposant, comme l'indique la

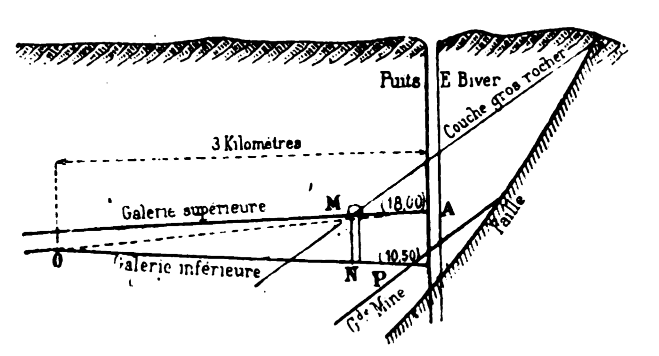



Fig. 9. — Coupe par le puits E. Biver.

figure 9, que les galeries ne puissent être établies que jusqu'à une distance de 3 kilom., elles se rencontreront alors en O. Si les eaux affluent dans les travaux, on pourra, grâce à ce dispositif complété par un puits MN, obtenir l'écoulement des eaux vers le puits; enfin, au moyen d'un barrage placé en P, on pourra arrêter les matériaux entraînés qui seront enlevés de temps à autre en ouvrant le barrage.

Tout en pouvant espérer faire ainsi un avancement considérable de quelques kilomètres par le puits E. Biver, il ne fallait pas perdre de vue la conduite régulière des travaux d'extraction et éviter à tout prix qu'une cause quelconque ne vînt entraver ces derniers. Il fallait donc, avant tout, parer à l'éventualité, très admissible, de venues d'eau de grande importance dans la galerie, venues d'eau qu'il aurait été impossible de combattre par les moyens d'exhaure dont on disposait. A cet effet, on a installé dans les deux galeries de très forts barrages destinés à arrêter les eaux; celui de la galerie supérieure est à une distance de 305 mètres du puits, celui de la galerie inférieure à 300 mètres.

Ce qui est tout particulièrement intéressant à signaler dans la construction de ces ouvrages, c'est la forme adoptée qui est sphérique. On a, en effet, assimilé ces barrages à des voûtes sphériques, chargées sur leur extrados de la pression de l'eau. On a appliqué, pour le calcul des épaisseurs, les épures de Méry et de Durand-Claye. Ces deux ouvrages sont percés en leur milieu, celui de la galerie inférieure par un gros tuyau de fonte de 60 centimètres, muni d'un clapet à fermeture automatique en cas de forte venue d'eau ; celui de la galerie supérieure est muni au centre d'une grande garniture métallique de 1m 80 de hauteur permettant le libre passage d'un wagonet. Les calculs donnèrent pour les épaisseurs les valeurs suivantes : 3m 80 pour la maçonnerie de la galerie inférieure et 4m 05 pour celle de la galerie supérieure.

La galerie de Gardanne a atteint actuellement une longueur de 1 200 mètres et, malgré certaines prévisions faisant craindre la rencontre prochaine de failles aquifères, le débit des eaux rencontrées jusqu'à présent ne dépasse pas 250 litres par minute. Il est donc probable que l'on pourra bien arriver de ce côté à percer la longueur de galerie que l'on avait prévue et cela sans trop de difficultés.

En résumé, à l'heure présente, il a été établi 1 200 mètres de galerie du côté de Gardanne et 6 700 mètres du côté de la Madrague, soit au total 7 900 mètres. Sur toute cette longueur, on n'a eu que 272 mètres de cuvelage à faire. Les sources rencontrées ont été ou cuvelées ou captées, et il est certain que l'on pourra en faire autant sur tout le parcours. On pourra donc employer cette eau, d'excellente qualité, soit pour l'alimentation de la ville de Marseille, soit encore comme force motrice.

Jusqu'à ce jour, le débit atteint représente 90 mètres cubes à la minute ou 1 500 litres à la seconde. En admettant que l'on veuille se servir de cette eau comme force motrice, il ne faut pas oublier que, pour maintenir la pression constante, on ne doit pas utiliser plus du tiers du débit. Mais, même en tenant compte de cette condition, on aurait déjà, pour les seules sources captées jusqu'au kilomètre 6km 700, une force disponible de plus de 500 chevaux. Il n'est pas douteux que, dans la suite, cette force s'accroîtra encore sensiblement.

Terminons cette courte étude en disant que l'achèvement de la galerie est prévu pour 1902. Il reste en effet : 14 700m — 7 900m = 6 800 mètres à percer, sur lesquels 1 800 mètres seront faits par le puits E. Biver; il reste donc à établir, du côté de la Madrague, 5 000 mètres de galerie. En atteignant un avancement de 125 mètres par mois, on pourrait terminer en 40 mois.

Telles sont, décrites le plus brièvement possible, les grandes lignes de ce remarquable travail du percement de la Galerie de la mer qui, grâce à l'habileté du Directeur de la Société des Charbonnages, M. Domage, et des conseils des ingénieurs éclairés dont il s'est entouré, a été mené avec grande rapidité et dans des conditions d'hygiène et de sécurité parfaites, malgré les graves difficultés rencontrées à chaque pas.

H. Schmerber,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## JURISPRUDENCE

### LES ACTIONS DE PRIORITÉ

Aucune disposition légale n'interdit de créer, en représentation des biens et valeurs d'une Société, plusieurs catégories d'actions ayant des droits et avantages différents, par exemple des actions ordinaires et des actions de priorité ou privilégiées, celles-ci donnant droit avant les autres à une fraction des bénéfices, ou au remboursement du capital, ou à tels autres avantages prévus par les statuts sociaux.

Pour être en règle avec la loi, il suffit de se conformer aux dispositions de l'article 1855 du Code civil qui ne permettent pas de donner à l'un des associés la totalité des bénéfices ou d'affranchir de toute contribution aux pertes les sommes ou effets mis dans le fonds social par un ou plusieurs des associés.

Et, en effet, les auteurs ont admis la parfaite validité des actions privilégiées (1).

Mais la jurisprudence est restée un peu vague sur cette question. Bien que plusieurs décisions soient déjà intervenues (2), aucune espèce n'a encore eu la sanction d'un arrêt de la Cour de cassation.

Il en est résulté une certaine hésitation, qui procède surtout de ce que l'article 34 du Code de commerce présente quelque ambiguïté.

(1) Deloison, *Sociétés commerciales*, n° 264; Lyon-Caen et Renault, *Traité de droit commercial*, II, nos 558 et suivants.
(2) Cour de Paris, 19 avril 1875, *Dalloz*, 1875-2-161.

Cet article dispose que « le capital de la Société anonyme se divise en actions et même en coupons d'actions d'une *valeur égale* ». L'interprétation courante est qu'il ne s'agit là que de l'égalité des actions au point de vue du capital *nominal* et non de l'égalité des droits des actionnaires. Toutefois, comme la lettre même de l'article 34 pourrait susciter une interprétation différente, l'émission des actions privilégiées a été contrariée jusqu'à ce jour par cette incertitude, au grand préjudice du développement des Sociétés, et notamment des Sociétés industrielles.

Aussi, une proposition de loi a-t-elle été déposée récemment qui tend à compléter l'article 34 du Code de commerce en y ajoutant que « sauf dispositions contraires des statuts, la Société peut créer des actions de priorité, investies du droit de participer, avant les autres actions, à la répartition des bénéfices ou au partage de l'actif social » (1).

Grâce à cette addition, la création des actions de priorité serait dégagée pour l'avenir de toutes entraves.

Ces titres sont, d'ailleurs, très usités dans la plupart des pays étrangers, où on les rencontre fréquemment dans la constitution des Sociétés de chemins de fer.

La loi anglaise reconnaît des actions privilégiées à revenu fixe, auxquelles un intérêt certain est attribué, préalablement à la répartition des bénéfices de la Société entre les autres associés.

Le Code de commerce allemand, modifié par la loi du 18 juillet 1884, consacre plusieurs articles aux actions de priorité (art. 175 a, 180 g, 209 a, 215 et 248).

De même, le Code de commerce italien prévoit que l'acte constitutif de la Société peut conférer aux possesseurs d'actions des droits différents (art. 164).

Le Code de commerce hongrois reconnaît également la validité des titres de priorité et en règle les conditions d'émission (art. 150 à 157).

Enfin, en Belgique, bien que la loi du 18 mai 1873 sur les Sociétés ne parle pas expressément des actions de priorité, ces titres y sont d'un usage très répandu.

C'est que les actions de priorité permettent de réaliser avec plus de souplesse et souvent avec plus de justice l'organisation des Sociétés.

Ainsi, une personne, dans le but d'étendre ses opérations commerciales ou industrielles, veut fonder une Société par actions à laquelle elle fera apport de son établissement, comprenant les constructions, machines, outillage, brevets d'invention, marques de fabriques et de commerce, etc. Un capital en numéraire est nécessaire. Des tiers sont prêts à le souscrire, mais à la condition que les droits attachés à leurs actions seront préférés à ceux des actions représentatives des apports. C'est le cas de créer des actions de priorité pour le capital en numéraire et d'attribuer des actions ordinaires pour les apports en nature.

Il pourrait en être de même dans la plupart des cas pour la rémunération des « fondateurs ». On leur attribuerait des actions ordinaires, tandis que les actions privilégiées seraient réservées aux souscripteurs qui donnent leur argent et contribuent effectivement à la formation du capital social.

Les actions de priorité peuvent être très utiles à une Société dont la situation se trouve momentanément ébranlée. Au lieu d'être réduite à une liquidation ruineuse, elle peut trouver les fonds nécessaires dans une émission d'actions de priorité qui, d'ailleurs, ne préjudicient en rien aux actionnaires primitifs. Ceux-ci, en effet, n'auraient eu droit dans la liquidation qu'à une répartition souvent minime, tandis qu'ils conservent éventuellement, en cas de relèvement de la Société, leur part dans les bénéfices et dans le fonds social.

Dans le cas de fusion de plusieurs Sociétés, il y aurait également intérêt pour la Société nouvelle, qui prend à sa charge le passif des entreprises primitives, à pouvoir se libérer en attribuant aux créanciers des actions de priorité, représentatives de leurs créances, sans être contrainte de payer immédiatement des sommes importantes, ce qui risquerait de réduire à l'excès le montant de ses disponibilités.

Enfin, les actions de priorité peuvent servir avec avantage à remplacer les obligations. La condition des obligataires est aujourd'hui peu favorable. Simples créanciers, ils n'ont droit qu'à un intérêt fixe; ils sont continuellement exposés au remboursement au pair de la somme qu'ils ont engagée, alors que les titres peuvent avoir acquis en Bourse une plus-value dont ils ne profitent pas ; bien plus, ils ne peuvent, à aucun titre, prendre part à l'administration de la Société dans laquelle ils ont versé leurs capitaux. Au contraire, les actionnaires privilégiés, outre l'intérêt qui leur serait servi tout d'abord, par préférence aux autres actionnaires, participeraient encore à la répartition du surplus des bénéfices, concurremment avec ces derniers ; leur capital, qui constituerait une portion de l'actif social, serait susceptible d'augmenter selon le degré de prospérité de la Société ; et, d'autre part, ces actionnaires, admis à discuter et à voter dans les assemblées, disposeraient de droits actifs sur la marche de la Société et le choix des administrateurs. De sorte qu'en substituant dans la pratique les actions de priorité aux obligations, on réaliserait du même coup la plupart des réformes que demande actuellement le système des obligations.

En tous cas, le droit d'émettre des actions de priorité ne saurait être qu'une faculté dont on pourra ne pas user. La Société pourra toujours s'interdire, par le pacte social, la création de catégories différentes d'actions ; et, si elle crée ou si elle se réserve de créer des actions de priorité, ses statuts devront contenir toutes les stipulations nécessaires pour que les souscripteurs originaires soient éclairés, dès la souscription, sur les avantages et les risques de leur situation aussi bien dans le présent qu'en cas d'éventualités futures.

Sous cette réserve, qui a été d'ailleurs affirmée par la Chambre de commerce de Paris, la proposition de loi relative à la libre émission d'actions privilégiées ne semble comporter que des avantages.

Louis RACHOU,
*Docteur en droit,*
*Avocat à la Cour d'Appel de Paris.*

---

## VARIÉTÉS

### Mandrin pour fixer sur le tour des pièces de forme quelconque.

Le *Génie Civil* a décrit précédemment (2) un étau permettant de maintenir des pièces de forme quelconque.

Le principe sur lequel est basé la construction de cet appareil vient d'être appliqué par le même constructeur, M. H. Jones, à un mandrin de tour, qui jouit, par suite, des mêmes propriétés.

Ce nouvel appareil, que représentent les figures 1 et 2 empruntées à l'*Engineer*, comprend une plaque qui peut être fixée sur l'axe du tour, et sur laquelle se trouvent deux boîtes, constituant les mâchoires, que l'on peut déplacer en agissant sur un axe portant, sur ses deux moitiés, deux filetages en sens inverse et muni à chacune de ses extrémités d'une encoche destinée à recevoir la clé de manœuvre.

Chacune des boites contient un certain nombre de tiges en acier, ayant en coupe la forme que montre, à plus grande échelle, la figure 3; cette section donne, en effet, pour ces tiges un meilleur coincement que la section carrée primitivement adoptée. Un ressort à boudin entoure la queue cylindrique de chacune des petites tiges d'acier, et tend toujours à faire saillir celles-ci à l'extérieur ; une petite vis à tête arrondie, les empêche de sortir, sous cette action, à travers le couvercle de la boîte.

On a donné aux tiges une inclinaison ascendante sensible, de façon que le travail de l'objet maintenu ne soit pas gêné par l'appareil.

Pour assurer le centrage de la première pièce, on a muni le mandrin d'une pointe centrale en acier, la méthode habituellement adoptée consistant à supporter la pièce entre cette pointe et la pointe d'arrière du tour.

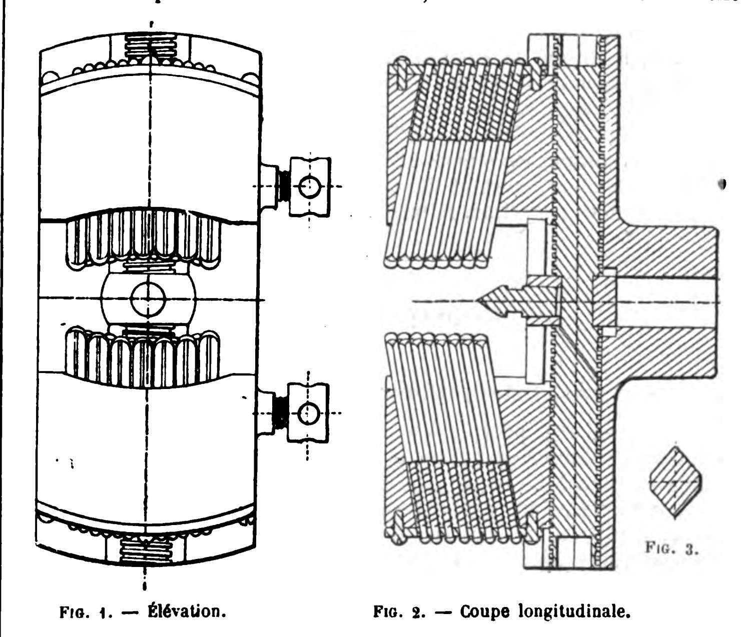



Fig. 1. — Élévation. Fig. 2. — Coupe longitudinale.

Fig. 1, 2 et 3.
Mandrin pour fixer sur le tour des pièces de forme quelconque.

(1) Cette proposition de loi a été annexée au procès-verbal de la séance de la Chambre des députés du 12 juin 1899.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 10, p. 161.

Comme dans l'étau précédemment décrit, des plaques de serrage latérales, actionnées par des axes filetés, permettent d'immobiliser, au moment voulu, les petites tiges d'acier contenues dans chacune des boîtes.

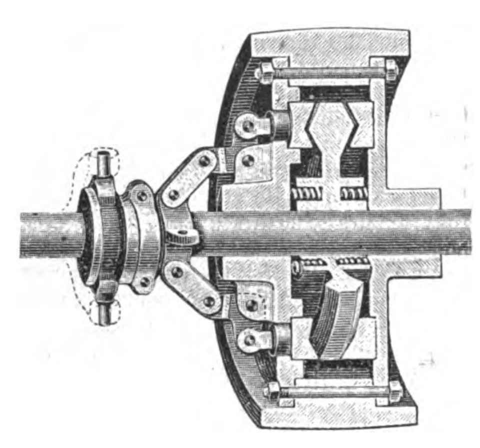
Le fonctionnement des deux appareils est d'ailleurs identique. Les boulons de serrage étant desserrés, et l'objet à maintenir mis en place, on amène les boîtes ou mâchoires l'une vers l'autre, en agissant au moyen d'une clé, sur l'axe à deux filetages. Les tiges d'acier viennent s'appliquer exactement sur l'objet, en comprimant plus ou moins le ressort qui les refoule. On immobilise ensuite toutes ces tiges en tournant à bloc les deux boulons de serrage. On obtient ainsi un mandrin qui permet de fixer successivement sur le tour un nombre quelconque de pièces identiques, sans qu'il soit besoin d'employer désormais la pointe d'arrière du tour.

---

### Poulie d'embrayage à friction.

Dans la poulie d'embrayage à friction, dont nous empruntons le dessin ci-dessous au *Scientific American*, la pression de friction est la même des deux côtés et l'effort de la courroie s'exerce juste dans l'axe de la poulie.

Celle-ci comporte deux flasques latérales, montées folles sur l'arbre; à ces flasques est solidement fixée la jante. Entre les flasques et à l'intérieur de la jante est disposé un disque de friction, calé sur l'arbre et muni de parties annulaires en saillie, ayant en coupe la forme d'un V, comme on le voit sur la figure. Ces saillies sont destinées à venir s'emboîter dans des cavités de forme semblable, réservées dans deux anneaux de friction fixés sur le côté interne des flasques. L'un de ces anneaux est mobile et porte quatre tiges articulées à des leviers coudés; ces derniers sont eux-mêmes articulés sur la flasque à travers laquelle passent les tiges que porte l'anneau.



Poulie d'embrayage à friction.

Sur l'arbre est monté fou un long manchon, relié par des biellettes aux leviers coudés. Ce manchon peut être avancé ou reculé au moyen d'un levier à fourchette.

Lorsque les différentes parties de la poulie occupent les positions que représente la figure ci-dessus, le disque de friction central tourne avec l'arbre sur lequel il est calé, tandis que la poulie et le manchon restent immobiles. Pour mettre la poulie en marche, il suffit de rapprocher de celle-ci le manchon; les leviers coudés oscillent, ce qui oblige l'anneau de friction, auquel sont reliés ces leviers, à venir en prise avec le disque de friction. En faisant encore un peu avancer le manchon, la poulie se trouve déplacée de telle sorte que l'anneau fixé à la seconde flasque vient aussi en prise avec le disque de friction.

Lorsque, au contraire, on déplace le manchon en sens inverse, des ressorts en spirale, logés dans des cavités ménagées dans le moyeu du disque de friction, écartent de ce dernier les anneaux de friction et, le contact étant supprimé, la poulie revient au repos.

---

## EXPOSITION DE 1900

### Les Congrès internationaux à l'Exposition de 1900.

Nous avons déjà publié, dans notre dernier numéro, la liste des Congrès internationaux qui se tiendront à Paris, pendant la durée de l'Exposition. Nous donnons ci-après quelques renseignements succincts sur ceux de ces congrès qui nous semblent devoir intéresser plus particulièrement nos lecteurs; il suffira d'ailleurs de s'adresser au Secrétariat général de chaque congrès pour avoir tous les renseignements complémentaires.

**Congrès de l'Enseignement agricole** (14 à 16 juin). — *Commission d'organisation :* Président, M. Casimir-Périer ; Secrétaire général, M. de Lagorsse, avenue de l'Opéra, 5.

**Congrès des Habitations à bon marché** (18 au 21 juin). — *Commission d'organisation :* Président, M. Jules Siegfried ; Secrétaire général, M. Challamel, rue Rouget-de-l'Isle, 7.

**Congrès des Mines et de la Métallurgie** (18 à 23 juin). — *Commission d'organisation :* Président, M. Haton de la Goupillière ; Secrétaire général, M. Gruner, rue de Châteaudun, 55.

Les travaux du Congrès consisteront en des discussions en séance publique, l'après-midi et en des visites faites chaque matin sous la conduite d'Ingénieurs et d'Industriels. Le programme provisoire des questions portées à l'ordre du jour est le suivant :

I. — *Mines.* — 1° Emploi des explosifs dans les mines ;
2° Emploi de l'électricité dans les mines ;
3° Conditions d'exploitation aux grandes profondeurs ;
4° Des moyens de réduire la main-d'œuvre dans l'industrie des mines.
II. — *Métallurgie.* — 1° Progrès de la métallurgie du fer et de l'acier depuis 1889 ;
2° Applications chimiques et mécaniques de l'électricité à la métallurgie ;
3° Progrès de la métallurgie de l'or ;
4° Perfectionnements récents de la préparation mécanique des minerais.

**Congrès de Viticulture** (13 à 17 juin). — *Commission d'organisation :* Président, M. Tisserand ; Secrétaire général, M. Gervais, rue de Rivoli, 232.

L'étude des questions viticoles, abordée dans les derniers Congrès internationaux d'Agriculture a paru devoir faire un groupement distinct, permettant un examen plus complet et plus approfondi des problèmes soulevés par la réfection du vignoble sur des bases nouvelles. Le programme des travaux du Congrès est le suivant :

1° La reconstitution du vignoble: porte-greffes, adaptation, affinité, producteurs directs ;
2° Maladies de la vigne, cryptogames, insectes ;
3° Maladies des vins, progrès de la vinification ;
4° Le vin et l'hygiène ;
5° Établissement d'une ampélographie universelle.

Les diverses questions abordées par ce Congrès feront l'objet de rapports confiés à des spécialistes.

Le Congrès sera suivi d'excursions dans les principaux vignobles des différentes régions de la France (Bordelais, Midi, Bourgogne, Champagne).

**Congrès de l'alimentation rationnelle du bétail** (21 à 23 juin). — *Commission d'organisation :* Président, M. Mir ; Secrétaire général, M. Mallèvre, rue Claude-Bernard, 16.

**Congrès des Accidents du travail et des Assurances sociales** (25 à 30 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. Linder ; Secrétaire général, M. Gruner, rue Louis-le Grand, 20.

Le Congrès s'occupera à la fois de questions de législation, de statistique et d'assurances et de questions d'hygiène et de mesures préventives ou réparatrices des accidents du travail.

Le Congrès poursuivra l'étude de toutes les questions déjà abordées aux Congrès de Paris (1889), Berne (1891), Milan (1893), Bruxelles (1897). Le thème des délibérations de chaque séance sera fourni par des rapports de spécialistes de divers pays. Des visites organisées chaque matin, dans diverses parties de l'Exposition, donneront l'occasion d'étudier sur les machines et appareils eux-mêmes les dispositifs de prévention les plus récents et de se rendre compte, au moyen de modèles ou de plans des progrès réalisés pour atténuer les conséquences matérielles des accidents.

**Congrès d'Agriculture** (1er au 8 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. Méline ; Secrétaire général, M. Sagnier, rue de Rennes, 106.

Ce Congrès étudiera les nombreuses questions déjà abordées aux Congrès de Paris (1889), la Haye (1891), Bruxelles (1895), Budapest (1896) et Lausanne (1898).

Le Congrès comprendra des séances publiques, des séances générales, des séances de section, des excursions et des visites à des établissements agricoles.

Le Congrès se partage en sept sections :
1° Économie rurale (crédit agricole, associations agricoles, cadastre, questions agraires, etc.) ;
2° Enseignement agricole (stations agronomiques, champs d'expériences et de démonstration, etc.) ;
3° Agronomie (applications des sciences à l'agriculture, améliorations agricoles et pastorales) ;
4° Économie du bétail et production chevaline ;
5° Génie rural, cultures industrielles et industries agricoles ;
6° Cultures spéciales du Midi (sériciculture, primeurs, fleurs à parfums, etc.) et cultures des colonies ;
7° Lutte contre les parasites, protection des animaux utiles (mesures internationales).

Les travaux de chaque section sont préparés par un Comité spécial désigné par la Commission d'organisation. Les Comités des sections prépareront des rapports sur les questions qu'ils décideront de soumettre au Congrès. Les rapports seront remis à la Commission d'organisation dans les délais que celle-ci déterminera, pour que ces rapports soient imprimés en entier ou par extrait, avant le Congrès. Ces rapports préliminaires seront discutés dans les sections avant d'être soumis aux séances générales.

**Congrès des Syndicats agricoles** (8 au 14 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. le marquis de Vogüé; Secrétaire général, M. Milcent, rue d'Athènes, 8.

Le programme des travaux du Congrès comporte l'étude des questions suivantes :

I. — *Considérations générales.* — Le mouvement syndical agricole.
II. — *Services matériels.* — 1° L'association pour les achats;
2° L'association pour la vente des produits agricoles;
3° L'association de travail et de production;
4° L'association pour la production animale;
5° L'association dans la viticulture.
III. — *Services sociaux, prévoyance et mutualité.* — 1° Assistance, secours mutuels et retraites;
2° Assurances diverses;
3° Crédit agricole mutuel.
IV. — *Diffusion des connaissances agricoles par les syndicats.* — Enseignement agricole théorique et pratique.

**Congrès d'Automobilisme** (9 à 15 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. Michel Lévy; Secrétaire général, M. le comte de Chasseloup-Laubat, rue de Ponthieu, 5.

Le Congrès comprendra des séances publiques, des séances générales, des séances de section, des conférences, des visites à des établissements industriels, des essais, promenades, etc. Un compte rendu détaillé des travaux du Congrès sera publié par les soins de la Commission d'organisation.

Le programme des questions portées à l'ordre du jour est le suivant :

I. — *Questions historiques.* — Historique de la locomotion automobile dans les différents pays.
II. — *Questions techniques.* — 1° Les moteurs;
2° Les transmissions;
3° Les châssis et leurs organes;
4° La carrosserie;
5° Effort de traction.
III. — *Questions économiques diverses.*
IV. — *Questions internationales.* — Unifications de mesures et de type d'appareils ou organes.

**Congrès des Méthodes d'essai des matériaux** (9 à 16 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. Haton de la Goupillière; Secrétaire général, M. Debray, avenue Kléber, 4.

Le *Génie Civil* (1) a déjà donné les conditions d'admission à ce Congrès et signalé l'importance qui s'attache à la question de l'unification des méthodes d'essai, au point de vue scientifique, technique et international.

**Congrès de la Participation aux bénéfices** (15 à 18 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. Paul Delombre; Secrétaire général, M. Trombert, faubourg Saint-Denis, 182.

Le programme des travaux comporte d'abord l'étude d'un certain nombre de questions relatives à des résolutions votées par le Congrès de 1889, afin de constater si ces dernières ont été sanctionnées par l'expérience.

Quelques questions nouvelles seront abordées, notamment les suivantes :

1° Des clauses de déchéance dans la participation aux bénéfices;
2° La participation aux bénéfices et les grèves;
3° La participation aux bénéfices dans les Sociétés coopératives de production et de consommation;
4° Avantages résultant de la faculté pour les Comités d'employés et d'ouvriers de pouvoir donner leur avis sur des questions intéressant la marche de l'entreprise.

Les diverses questions soumises aux délibérations du Congrès feront l'objet de rapports détaillés dont l'élaboration est confiée à des spécialistes.

**Congrès de Surveillance et de Sécurité en matière d'appareils à vapeur** (16 à 18 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. Linder; Secrétaire général, M. Compère, rue de Rome, 66.

Le programme des travaux du Congrès comporte l'étude des questions suivantes :

1° Régimes divers de surveillance des appareils à vapeur;
2° Rôle des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, en matière de surveillance préventive ou d'assurance dans les divers pays;
3° Garanties à exiger des mécaniciens et chauffeurs;
4° Sécurité et hygiène des chaufferies;
5° Tuyauteries et récipients de vapeur;
6° Fabrication des chaudières;
7° Chaudières à petits éléments;
8° Épuration des eaux;
9° Corrosions intérieures des chaudières.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 14, p. 236.

**Congrès d'Architecture et de Constructions navales** (19 à 21 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. de Bussy; Secrétaire général, M. Hauser, rue Meissonier, 4.

Le programme des travaux du Congrès comporte l'étude des questions suivantes :

1° Architecture navale, généralités diverses, stabilité, résistance, propulsion des navires;
2° Construction des coques;
3° Construction des appareils mécaniques;
4° Dispositions spéciales aux diverses classes de navires;
5° Gros outillage des ports;
6° Questions diverses se rattachant à l'architecture navale, chantiers de construction.

Un certain nombre de mémoires seront déposés par des spécialistes de divers pays. Les mémoires, qui devront être acccompagnés d'un court résumé et de conclusions, devront être remis avant le 1er juin 1900.

*(A suivre.)*

## CORRESPONDANCE

### Pince d'extraction pour puits artésien.

A Monsieur le Secrétaire général de la Rédaction du *Génie Civil*.

Une note extraite de l'*Engineer*, publiée dans le numéro du *Génie Civil* du 19 mai 1900, paraît présenter comme un appareil nouveau « une pince d'extraction pour puits artésien » construite par des Ingénieurs de Brighton pour retirer une lame de trépan, échouée au fond d'un forage de 162 mètres de profondeur.

Cet appareil cependant est loin d'être basé sur un principe nouveau. Il suffit pour s'en convaincre de le comparer aux croquis que je vous envoie (fig. 1 à 3).

Les figures 1 et 2 représentent la *pince à vis* qui fonctionne à l'aide

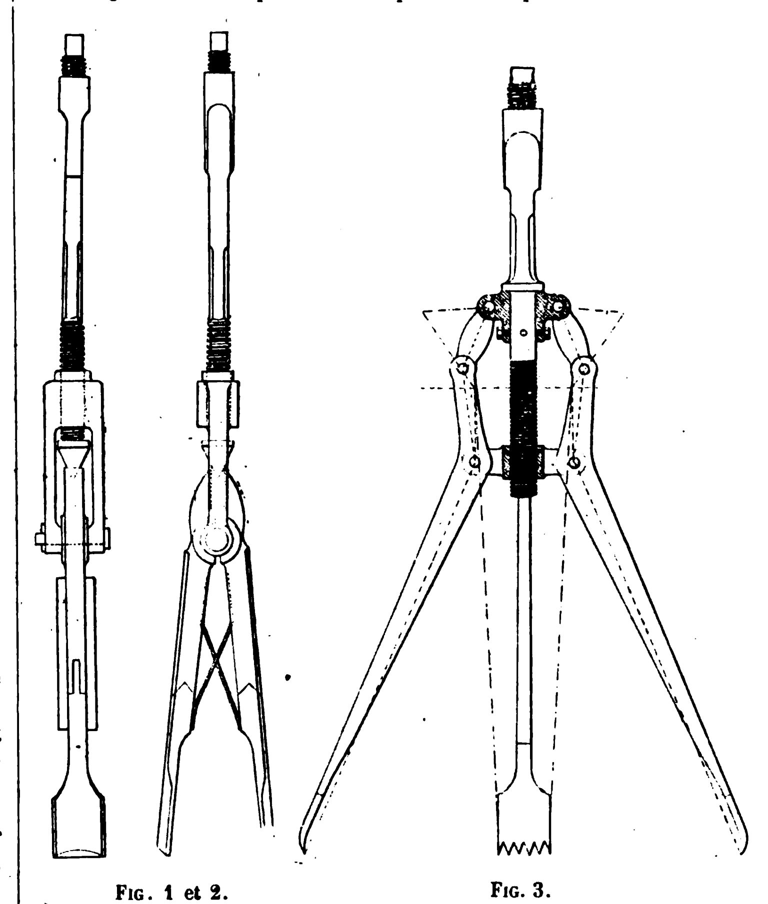


Fig. 1 et 2. Fig. 3.

d'une vis et d'un cône et que nous trouvons depuis plus de cinquante ans dans tous les traités de sondages.

La figure 3 montre une autre *pince à vis* qui agit par l'emploi d'une vis et d'articulations commandant, *ad libitum*, deux ou quatre branches à mâchoires.

Ce dernier instrument, imaginé par M. Ed. Lippmann, a été employé, il y a déjà trente ans, au puits artésien de la place Hébert, à Paris, pour extraire des fragments d'outils échoués à 700 mètres de profondeur. On peut d'ailleurs en voir actuellement un spécimen à l'Exposition de 1900.

Veuillez agréer, etc.

Th. Guérin,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 28 mai 1900.*

M. Darboux, nommé secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques, en remplacement de M. Joseph Bertrand, prend place au Bureau de l'Académie.

**Chimie.** — *Formation de l'acide azotique dans les combustions* : II. *Soufre ;* III. *Métaux ;* par M. Berthelot.

M. Berthelot continue la description de ses recherches [1] sur la formation de l'acide azotique pendant les combustions.

Avec le soufre brûlé dans l'oxygène renfermant $^{2}/_{100}$ d'azote, sous différentes pressions, et dans l'air atmosphérique, il a constaté, comme avec le carbone, qu'il y avait formation d'acide azotique.

Il a recherché également s'il y avait fixation de quelque dose d'azote dans la combustion vive des métaux. Il a opéré avec le fer et avec le zinc, exempts de carbone, et sans faire intervenir d'amorces hydrocarbonées. Le résultat a été négatif.

Si la formation de l'acide azotique dans les combustions était attribuable à la haute température de celle-ci, on ne voit pas pourquoi les métaux n'en formeraient pas autant et plus que le carbone et le soufre.

Au contraire, les résultats négatifs qui ont été observés s'expliquent, si l'on remarque combien les conditions relatives à l'électricité développée sont différentes, suivant que l'on fait intervenir les corps combustibles qui sont mauvais conducteurs à basse température, tels que le soufre et le carbone, ou les corps bons conducteurs, même à froid, tels que le fer et le zinc. Elles ne sont pas moins différentes entre les produits, ceux-ci étant gazeux dans le cas du carbone et du soufre, tandis que les oxydes de fer et de zinc se condensent à l'état disséminé de fumées solides, formées de poudres impalpables, au sein des gaz de la combustion. Ces poudres sont particulièrement susceptibles de décharger les gaz électrisés, attendu que, d'après les dispositions adoptées pour les expériences actuelles, ces fumées sont hygrométriques et qu'elles flottent après refroidissement, au sein de gaz saturés par de la vapeur d'eau ; or on connaît l'aptitude de cette vapeur à se condenser sur les corps pulvérulents hygrométriques. Telles sont sans doute les causes de la différence des réactions observées relativement à la formation des combinaisons de l'azote dans les combustions du carbone et du soufre, d'une part, et des métaux de l'autre.

**Chimie minérale.** — *Préparation, propriétés et analyse du fluorure de thionyle.* Note de MM. H. Moissan et P. Lebeau.

Dans les essais préliminaires que MM. H. Moissan et P. Lebeau ont poursuivis sur l'action du fluor sur le soufre, ils avaient reconnu qu'en opérant la combinaison de ces deux corps simples dans un vase de verre, il se formait un mélange de fluorures et d'oxyfluorures de soufre parmi lesquels se rencontrait le fluorure de thionyle, de formule $SOF^2$.

Il suffisait, en effet, de faire passer le mélange gazeux dans un petit récipient de verre, refroidi à — 80°, pour entraîner le fluorure de silicium, qui ne peut se liquéfier à cette température, et obtenir les fluorures de soufre à l'état liquide ou solide. En laissant ensuite le récipient revenir à la température ordinaire, les différents liquides reprenaient successivement l'état gazeux et l'on procédait ainsi à un véritable fractionnement. On rencontrait, dans les portions les moins volatiles, le fluorure de thionyle, dont MM. H. Moissan et P. Lebeau indiquent aujourd'hui les procédés de préparation et les propriétés.

**Électricité.** — *De l'énergie absorbée par les condensateurs soumis à une différence de potentiel sinusoïdale.* Note de MM. H. Pellat et F. Beaulard, présentée par M. Lippmann.

M. F. Beaulard a montré précédemment que les diélectriques ne présentent pas de phénomènes d'*hystérésis*, mais simplement de *viscosité électrique*. Cela revient à dire qu'en dehors du champ électrique ces corps ne présentent pas de polarisation permanente, mais seulement une polarisation temporaire, ce qui est le résultat direct des expériences de M. H. Pellat.

Ces deux auteurs montrent que l'on peut très facilement déduire des relations établies par celui-ci dans son Mémoire sur la polarisation réelle des diélectriques et sur ses conséquences, la valeur de l'énergie absorbée par un condensateur dont les armatures sont soumises à une différence de potentiel sinusoïdale.

**Physiologie.** — *Sur le rappel à la vie obtenu par la compression rythmée du cœur.* — Note de MM. Tuffier et Hallion, présentée par M. Marey.

M. Battelli a, dans une note antérieure, étudié la « restauration des fonctions du cœur et du système nerveux central après l'anémie complète » ; il produisait cette anémie, sur des chiens adultes, en arrêtant les battements du cœur, soit par l'électrisation directe de cet organe, soit par la suffocation, soit par la chloroformisation. Lorsque les battements du cœur avaient complètement cessé, il ouvrait le thorax, y pratiquait un volet, saisissait le cœur à pleine main et exerçait une compression rythmée sur les ventricules. Il a pu ramener à la vie, pour un temps qui n'a jamais, il est vrai, dépassé vingt-deux heures, des chiens opérés dans ces conditions.

MM. Tuffier et Hallion avaient déjà, au sujet de la mort du cœur par chloroformisation, abordé la même question et réalisé les mêmes expériences.

Ils avaient pu rappeler définitivement à la santé, par la compression rythmée du cœur, après ouverture du thorax, deux chiens qui avaient subi, au cours de la chloroformisation, une syncope complète durant plusieurs minutes. L'ouverture, puis l'occlusion de la brèche thoracique avaient été pratiquées suivant une manière de procéder qui ne comporte aucune section costale.

L'application de ces résultats expérimentaux a été tentée par l'un d'eux sur un homme de 24 ans, opéré depuis quelques jours et qui venait d'être pris d'une syncope rebelle à toutes les autres tentatives. L'auteur fendit alors le troisième espace intercostal, décolla le péricarde, et, saisissant la masse ventriculaire, pratiqua sur elle 60 à 80 compressions rythmées. Les pulsations artérielles devinrent alors perceptibles et le patient ouvrit les yeux, remua la tête, regarda autour de lui, reconnut son médecin, mais, au bout de deux ou trois minutes, le pouls faiblit, puis s'arrêta de nouveau, et ne reprit que sous l'influence de nouvelles compressions rythmées. Ce résultat ne fut d'ailleurs que de courte durée, et, malgré un troisième essai, il fut impossible de rappeler le malade à la vie.

L'autopsie montra qu'il y avait un caillot dans la branche gauche de l'artère pulmonaire. Cette lésion a suffi sans doute pour empêcher que la vie se maintînt, de sorte que le réveil passager obtenu dans cette circonstance reste encourageant, sans que l'échec final défende d'espérer un meilleur succès dans des conditions moins défavorables.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Nouvelles voitures à bogies et à intercirculation du chemin de fer du Saint-Gothard.** — Les luxueuses et confortables voitures de 1re et de 2e classe que la Compagnie du Saint-Gothard a mises en service récemment sur son réseau, pour ses trains express, reposent sur deux bogies à deux essieux, écartés de 13m 50 d'axe en axe. La longueur totale, de tampon en tampon, est de 19m 64. Le nombre de places est de 36 pour la première, et de 48 pour la seconde classe. Un couloir longitudinal réunit les plates-formes extrêmes, qui possèdent des tabliers et des soufflets de raccordement. Chaque véhicule est muni d'un water-closet et d'un lavabo. Le poids d'une voiture, à vide, est de 33 tonnes et son prix de revient, y compris les appareils d'éclairage électrique et de chauffage par la vapeur, atteint en moyenne 55 000 francs.

L'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* a donné, dans son numéro d'avril, les dessins complets de ces véhicules, ainsi que la description détaillée de leurs organes constitutifs et des aménagements intérieurs.

Les voitures sont pourvues du frein Westinghouse et d'un frein à main, agissant sur deux sabots par roue. Le châssis est en fer et la carcasse de la caisse en chêne, avec poutres longitudinales d'une seule pièce en pitchpin. Les parois latérales sont en sapin revêtu de tôle d'acier, et la toiture, en frêne. La peinture extérieure est à quatre couches, dont deux de couleur grise, à base de céruse, et deux de couleur bleu foncé. Les baies ont des châssis vitrés constitués par des glaces de 5 à 8 millimètres d'épaisseur, suivant les dimensions, montées dans des cadres métalliques. Ce qui caractérise ces belles voitures, c'est la grande quantité de fenêtres dont elles sont munies. Cette disposition, plus agréable pour les voyageurs pendant la belle saison, n'est pas sans inconvénients en hiver, car la surface de refroidissement étant plus grande, les compartiments sont plus difficiles à chauffer. Les parois intérieures visibles sont revêtues de bois précieux, incrustés ou sculptés, et de riches tapisseries. Le parquet est garni de nattes en coco ou en roseau recouvertes de tapis de laine, avec interposition d'une couche de liège. Le caractère artistique donné à la décoration intérieure satisfait aux exigences du meilleur goût.

**Nouvelle ligne, avec deux viaducs métalliques, du Chicago and Eastern Illinois Railway.** — Le Chicago and Eastern Illinois Railway vient de prolonger sa section de Saint-Elmo sur une longueur de 99km 2.

Après avoir donné la description de cette nouvelle ligne, l'*Engineering News*, du 12 avril, fait l'étude détaillée de deux viaducs en acier à simple voie qui font partie du tracé. L'un, le Saline Creek Viaduct, à 257m 55 de longueur et 19m 20 de hauteur ; sa construction a exigé 508 tonnes d'acier. L'autre, le Grasshopper Creek Viaduct, a une longueur de 198m 10 et une hauteur de 28m 05, et l'on a employé dans sa construction 431 tonnes de métal.

Ces viaducs sont formés presque exclusivement de fers en I, de fers en U et de cornières. La Compagnie exigeait, en effet, qu'ils fussent construits dans le plus court espace de temps possible, et comme, à ce moment, il était impossible de se procurer des tôles, sur le marché, dans un délai rapproché, la seule solution admissible était de n'en pas faire entrer dans les projets des viaducs.

Ces deux ouvrages, qui viennent d'être terminés, ont été construits dans l'hypothèse de locomotives de 105 tonnes à six essieux, la charge sur les roues motrices étant de 82 tonnes.

#### CONSTRUCTIONS NAVALES

**État actuel de la question des sous-marins.** — Le *Dinglers polytechnisches Journal*, du 5 mai, consacre une longue étude à la question des sous-marins.

Cette étude comprend d'abord une énumération des diverses tentatives faites, depuis plusieurs siècles, pour la solution de cette question (Borne, 1604 ; Bushnell, 1777). Elle passe ensuite à l'examen des divers types de sous-marins armés, pouvant lancer des torpilles, et note l'avance acquise par la marine française pour la construction de ces engins nouveaux.

L'auteur estime cependant qu'on ne saurait encore faire aucun fondement sur les sous-marins pour la défense des côtes et s'attache à montrer que, plusieurs fois déjà on avait cru avoir trouvé la solution de ce problème. Passant en revue les expériences déjà faites, il cite, en Angleterre, les travaux de Scott Russel, Jones, Davis, Middeton et Waddington. En Russie, on trouve notamment les noms d'Apostoloff et de Szewenetzki. La flotte italienne de guerre comprend déjà trois sous-marins. En Amérique enfin, l'opinion publique s'est vivement intéressée aux derniers essais du *Holland*. L'auteur estime que l'opinion publique s'égare aussi bien en Amérique avec le *Holland* qu'en France avec le *Gustave-Zédé* et que l'heure n'est pas encore venue où une escadre de sous-marins pourra constituer une force redoutable.

**Le navire brise-glace « Haidamak ».** — La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 12 mai, consacre une étude détaillée au navire brise-glace, le *Haidamak*, récemment construit pour le port de Nicolaïew.

Destiné au même service que l'*Ermack*, récemment décrit dans le *Génie civil* [1], ce navire est entièrement en acier ; il est armé en schooner. Sa longueur est de 57 mètres, sa largeur de 12m 80 ;

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 5, p. 87. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 17, p. 257.

son déplacement est de 1 065 mètres cubes, pour un tirant d'eau moyen de 4m 12. La machine motrice est une machine verticale à triple expansion, avec condenseur par surface, d'une puissance normale de 1 200 chevaux avec de la vapeur à 12 kilogr. et de 1 800 chevaux avec de la vapeur à 14 kilogr. Les cylindres ont respectivement 0m 560, 0m 885, 1m 450 sur 1 mètre. La surface de chauffe totale des deux chaudières, qui sont combinées à la machine, est de 367 mètres carrés, la surface des grilles est de 10 mètres carrés. La vitesse normale de marche est de 11,5 nœuds. L'éclairage du navire est électrique.

Le navire a été mis, pour la première fois, en service dans le port de Nicolaïew en décembre 1899; l'épaisseur de la glace dans le port était de 0m 50. Cette couche de glace fut brisée aisément, le navire se déplaçant à la vitesse de 4,75 nœuds.

### ÉLECTRICITÉ

**La station centrale des forces motrices de l'Avançon, à Bex (Suisse).** — Dans la *Schweizerische Bauzeitung* des 14, 21, 28 avril, 5 et 12 mai, M. A. Breüer fait une description de l'usine établie à Bex pour l'utilisation des forces motrices de l'Avançon.

L'énergie produite dans cette usine alimente de force et de lumière la ville de Bex et ses environs, desservant notamment plusieurs tramways électriques et quelques usines. L'auteur décrit successivement les ouvrages exécutés pour l'utilisation des eaux de l'Avançon, l'installation des turbines, la salle des moteurs électriques, les divers réseaux de distribution d'énergie et les stations de transformateurs. L'usine de force peut produire, suivant la saison, 1 300 à 2 400 chevaux utilisables. L'intérêt de ces installations réside dans les dispositions nouvelles qui y ont été prises pour l'utilisation des courants alternatifs à haute fréquence.

### HYGIÈNE

**Les ordures ménagères de Paris.** — L'enlèvement des gadoues, mis tous les cinq ans en adjudication par la Ville de Paris, dut, faute de soumissionnaires, être confié, en juillet 1899, par traité à l'amiable, à des entrepreneurs particuliers. Il en résulta un surcroît de dépenses de près d'un million, le prix total d'enlèvement s'étant élevé de 2 200 000 francs à 3 150 000.

Cette augmentation de frais suscita différents projets de traitement pour les ordures ménagères, entre autres celui de l'incinération.

M. Paul Vincey, professeur départemental d'agriculture, dans une communication à la *Société nationale d'Agriculture* (Bulletin de mars 1900), combat cette dernière proposition et expose un projet pour le transport, en dehors de Paris, sur les confins du département de la Seine, des ordures ménagères par les voies des tramways de pénétration dans Paris.

M. Vincey estime que l'incinération, sans diminuer les dépenses d'enlèvement et de transport des gadoues, (les usines d'incinération ne pouvant être établies que dans la banlieue suburbaine), serait nuisible au point de vue hygiénique par la création des fours, leur fonctionnement et les stationnements d'ordures qu'elle nécessiterait. De plus, au point de vue de l'intérêt agricole, l'incinération des gadoues priverait les terres de la banlieue parisienne de l'humus et de l'azote dont elles ont besoin, pour ne leur donner que de l'acide phosphorique et de la potasse dont elles sont suffisamment pourvues.

M. Vincey propose, pour l'enlèvement des ordures ménagères, l'utilisation des voies des tramways de pénétration pendant les heures où elles sont libres, de minuit 30 à 6 heures du matin, à l'aide de wagonets qui, par suite d'une disposition de roues spéciale déjà expérimentée en Belgique, pourraient, en même temps, servir de camions de collecte sur rues, se grouper ensuite, par quatre ou cinq, sur rails, et enfin être évacués au moyen de locomotives par la double voie de la Grande-Ceinture jusqu'à des dépôts placés dans la banlieue, à 8 kilomètres au moins des murs de Paris.

Ces dépôts *ruraux* ne seraient pas installés exactement le long de la voie de ceinture, mais sur des tronçons de raccordement avec les tramways suburbains.

Pour l'exécution de ce projet, il conviendrait de remplacer la collecte diurne par une collecte nocturne : Paris serait divisé en trois zones concentriques, des fortifications aux grands boulevards, la collecte de ceux-ci se faisant en dernier; les voitures jaugeraient 6 mètres cubes, soit 3 tonnes et demie de gadoues; sur les 1 000 kilomètres de rues et à raison de 3 mètres cubes par kilomètre, l'itinéraire de chaque voiture se réduirait à 2 kilomètres.

**Premiers soins à donner en cas d'asphyxie.** — Le *Bulletin de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail* (année 1900), publie une notice fort utile sur les premiers soins à donner en cas d'accidents avant l'arrivée du médecin.

Les règles générales à suivre en cas d'asphyxie sont particulièrement intéressantes. Suivant que l'arrêt de la respiration est causé par submersion, par éboulement, par absorption de gaz délétères ou par étranglement, les modes de sauvetage proprement dit varient, ainsi que les précautions à prendre par le sauveteur pour sa propre conservation.

Après avoir indiqué avec précision les différentes manœuvres à exécuter pour ces différents sauvetages, le Bulletin donne des indications sur le moyen de rétablir la respiration, cette opération étant également urgente et identique dans les différents cas d'asphyxie.

Après que la victime aura été placée dans un lieu aéré et qu'on aura procédé au nettoyage de la bouche, de la gorge et du nez, on cherchera à faire renaître les mouvements respiratoires soit par les tractions rythmées de la langue, soit par la respiration artificielle; le premier de ces procédés étant le plus souvent insuffisant, les deux pourront être pratiqués simultanément.

Les tractions rythmées de la langue s'opèrent en tirant celle-ci hors de la bouche à l'aide d'un linge propre, en la dirigeant vers le menton, puis en la laissant reprendre sa position normale; cette opération peut être répétée toutes les 4 ou 5 secondes pendant 15 à 30 minutes.

Pour procéder à la respiration artificielle, l'asphyxié devra être étendu, le dos légèrement soulevé, la bouche ouverte et la langue maintenue en dehors; le sauveteur placé derrière la tête, prenant les bras au niveau du coude, les relèvera graduellement de chaque côté de la tête, puis les ramènera sur les côtés de la poitrine, comprimée modérément à cet instant. Cette manœuvre, répétée 15 fois par minute, devra être continuée plusieurs heures de suite jusqu'au retour de la respiration normale, surtout s'il y a quelque lueur d'espoir.

L'achèvement du sauvetage consistera à réchauffer le malade par tous les moyens possibles, frictions, boissons et vêtements chauds, et à obtenir le sommeil, dans un air pur et la tête haute.

**De l'installation des hôpitaux modernes.** — Dans la *Zeitschrift des Œsterr Ingenieur- und Architekten-Vereines*, des 11 et 18 mai, M. Franz Berger note les progrès hygiéniques réalisés dans le mode d'installation des hôpitaux modernes et décrit un certain nombre d'établissements qui lui semblent devoir être cités comme modèles.

L'auteur étudie d'abord les conditions hygiéniques à réaliser dans les hôpitaux et préconise la construction, actuellement en faveur, de pavillons isolés les uns des autres, entourés de jardins, comprenant autant que possible un seul étage, avec une ou deux salles de 30 lits au plus. Il montre qu'à chaque lit doit correspondre un volume d'air de 45 mètres cubes environ. Il énumère ensuite les installations accessoires que doivent contenir les hôpitaux modernes, laboratoires de bactériologie, de chimie, de photographie, installations pour les examens aux rayons Rœntgen, installations d'hydrothérapie, d'électrothérapie, d'inhalations, de massage et de gymnastique médicale. Il montre comment doivent être comprises les installations de chauffage, d'éclairage et de ventilation.

A l'appui de sa thèse, l'auteur décrit un certain nombre de nouveaux hôpitaux où sont réalisées les améliorations qu'il préconise : l'hôpital d'Eppendorf, à Hambourg, qui occupe une superficie de 185 725 mètres carrés pour 1474 lits; l'hôpital de Nuremberg, 102 000 mètres carrés, 750 lits; l'hôpital municipal de Berlin, 256 000 mètres carrés, 1 650 lits; l'hôpital de Laibach, 69 200 mètres carrés, 506 lits; l'hôpital John Hopkins, à Baltimore, 570 000 mètres carrés, 358 lits; l'hôpital de la Charité, à Berlin, 132 927 mètres carrés, 1 150 lits; l'hôpital Boucicaut, à Paris, 30 000 mètres carrés, 152 lits. L'auteur termine son importante étude par quelques considérations générales ayant pour objet de démontrer l'intérêt qu'auraient les collectivités à s'unir pour créer partout des hôpitaux conformes aux prescriptions de l'hygiène moderne, toute vie économisée étant équivalente à un accroissement de capital de la société.

### MÉCANIQUE

**Monte-courroies articulé.** — Afin d'éviter les accidents dans le remontage des courroies sur les poulies de commande, trois moyens principaux sont recommandés :

1° Le remontage à la main, avec la condition expresse d'un ralentissement à 2 ou 3 tours par minute de la vitesse de la transmission;

2° L'emploi des monte-courroies fixes;

3° L'usage de la perche à crochet.

Quand la courroie est trop large, ou bien très élevée au-dessus du sol, ou encore rapprochée d'un mur, l'emploi de la perche à crochet ordinaire devient impossible. Pour remédier à ces inconvénients, M. Micault a combiné un appareil portatif et peu compliqué, que M. Edouard Bourdon décrit dans un rapport publié par le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de février 1900. Ce monte-courroies, qui se substitue avantageusement à la perche à crochet et qui s'applique dans un plus grand nombre de cas, se compose d'une douille se fixant au sommet d'une perche en bois et portant un bras articulé; celui-ci est ouvert ou fermé par un ressort analogue à ceux qu'on emploie dans les couteaux à fermoir, et à l'extrémité de ce bras, est monté un doigt, formé d'un galet caoutchouté, mobile sur un axe pouvant s'orienter à droite ou à gauche suivant les besoins; on le maintient dans l'une ou l'autre de ces positions par une vis de pression.

Pour exécuter une manœuvre, on saisit la courroie avec l'appareil ouvert, on l'amène au contact de la poulie, le doigt engagé entre celle-ci et la courroie. L'entraînement se produit et, lorsque le doigt arrive à la partie supérieure de la poulie, la perche se pliant, le doigt continue son mouvement jusqu'à ce qu'il arrive au point d'échappement.

**Pont roulant électrique de 25 tonnes.** — Le *Praktische Maschinen-constructeur*, des 26 avril et 10 mai, donne une description détaillée d'un pont roulant électrique de 25 tonnes, système Oerlikon.

Ce pont roulant qui est animé d'une vitesse de translation de 40 mètres à la minute, supporte un chariot mobile dont la vitesse transversale est de 10 mètres. La vitesse d'élévation de la charge est de 2 mètres. Le mouvement de translation est obtenu au moyen d'un alternateur de 14 chevaux; celui du chariot mobile au moyen d'un alternateur de 18 chevaux à 50 périodes par seconde, tournant à 1 470 tours par minute; celui de la charge au moyen d'un alternateur de 4 chevaux, tournant à 1 450 tours. Les transmissions de mouvements s'effectuent au moyen de trains d'engrenages droits et coniques et par des vis sans fin et roues dentées hélicoïdales L'auteur décrit les freins et la chaîne Galle qui sert au levage. Cette étude est accompagnée de deux planches.

### MINES

**Les lignites du Sarladais.** — Les lignites périgourdins, bien que constituant un combustible de qualité inférieure, offrent cependant de l'intérêt par leur masse considérable, la facilité de leur exploitation et leur bas prix de revient; de plus, leurs cendres présentent une certaine valeur comme engrais agricole, et leur distillation, ainsi que celle des schistes les accompagnant, semble pouvoir donner des sous-produits utilisables. M. Jean Delas, agent général des mines de Champagnac, publie à leur sujet, dans le *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale* (tome XIII, IIIe livraison), un intéressant travail, dans lequel il a cherché s'il n'était pas possible de tirer de ces lignites un parti plus avantageux qu'on ne l'a fait jusqu'ici : les statistiques officielles n'accusent, en effet, pour 1898, qu'une production de 3 882 tonnes pour tout le Sarladais.

Après une description générale de ces gisements qui se répartissent géographiquement en deux groupes distincts : celui de Simeyrols, au nord-est de Sarlat, et celui de Lachapelle-Péchaud, à 25 kilom. au sud-ouest du premier, l'auteur donne quelques renseignements généraux sur les quatre concessions octroyées actuellement et termine la première partie de son étude par des généralités sur les lignites du Sarladais.

Dans la deuxième partie, M. Delas examine l'exploitation commerciale de ces gisements.

L'auteur estime que les tréfonds concédés dans le Sarladais contiennent environ 14 millions de tonnes de lignites et de schistes. Cette évaluation ne faisant état que des gisements déjà concédés, il reste, comme réserve pour l'avenir, d'autres gisements importants déjà reconnus et ceux qui ne manqueront

pas d'être trouvés sous les terrains de recouvrement.

D'après M. Delas, il serait possible de produire et d'écouler sur le marché régional, à un prix rémunérateur, environ 40 000 tonnes de lignite par an. Pour arriver à ce résultat, il recommande une entente entre les exploitations, qui permettrait d'utiliser en commun une usine centrale et la plupart des transports. Cette usine centrale, qui existe déjà en fait à Merle, centre des gisements, à 3 500 mètres à vol d'oiseau de la voie ferrée, serait réunie aux différents gisements par 3 ou 4 kilom. de chemin de fer et, à la station de Saint-Vincent-Bézenac, par un câble aérien qui transporterait tous les produits de l'usine par-dessus le ravin d'Envaux et la Dordogne.

TRAMWAYS

**Tramway électrique interurbain de Oshkosh à Neenah (États-Unis).** — L'*Engineering News*, du 5 avril, décrit le tramway électrique interurbain d'Oshkosh à Neenah (Wisconsin). La longueur de cette ligne, qui a été mise en exploitation au commencement du mois de septembre 1899, est de 25km 6. Elle se relie, à Neenah, au Fox River Valley Electric Railway, tramway interurbain, s'étendant au nord d'Appleton, sur une longueur de 12km 8.

La nouvelle ligne constitue un important tronçon du système de tramways électriques projeté entre Chicago et Green Bay (Wisconsin), en passant par Milwaukee. Sur cette distance qui est de 317 kilomètres, les lignes déjà en exploitation représentent une longueur totale de 170 kilomètres.

**Les voitures d'attelage pour automotrices de la Compagnie générale des Omnibus de Paris.** — La Compagnie générale des Omnibus de Paris fait usage, pour l'exploitation d'un certain nombre de lignes à traction mécanique de son réseau, de voitures d'attelage à trains articulés de 51 places, qui peuvent être accouplées avec des automotrices à vapeur ou à air comprimé. La *Revue générale des Chemins de fer*, du mois de mai, en décrit les différents types et en donne tous les détails de construction.

La plupart de ces véhicules proviennent de la transformation d'anciennes voitures de tramways à chevaux qu'on a appropriées et renforcées en vue de leur destination spéciale. Le siège du cocher a été supprimé, l'impériale recouverte et fermée à sa partie antérieure par un écran-abri. Une petite plate-forme a été aménagée à l'avant de la caisse pour recevoir un coffre à accumulateurs ou un générateur à acétylène, pour l'éclairage de la voiture. Le chauffage est assuré par des chaufferettes-calorifères. Les traverses sont pourvues d'un tampon de choc en bois, garni d'une bande de fer. Les organes de traction consistent en une barre d'attelage terminée par une tulipe d'accouplement dans laquelle s'engage le boulon d'attelage de la voiture automotrice, maintenu au moyen d'un cliquet d'enclenchement.

Tous ces véhicules sont munis du frein automatique à air comprimé, système Soulerin, et du frein à main. Leur poids à vide est, en moyenne, de 4 700 kilogrammes.

TRAVAUX PUBLICS

**Travaux de maçonnerie pour les ancrages du nouveau pont sur l'East River (New-York).** — L'*Engineering Record*, du 7 avril, décrit en détail les travaux de maçonnerie que l'on exécute actuellement pour les ancrages du nouveau pont suspendu sur l'East River, à New-York.

Ces ancrages sont destinés à fixer les extrémités des quatre câbles principaux qui ont chacun 0m 45 de diamètre et peuvent supporter une tension maximum de 18 000 tonnes. Leur réaction verticale maximum, qui est de 6 720 tonnes, sera entièrement équilibrée par de la maçonnerie.

La masse totale des maçonneries de toutes sortes dans les ancrages est d'environ 34 000 mètres cubes, ce qui représente, avec les charpentes en acier et en bois, un poids total de 115 300 tonnes reposant sur la surface de fondation qui est de 2 510 mètres carrés; si on en retranche la réaction verticale des câbles, ce poids n'est plus que de 108 580 tonnes.

La pile d'ancrage a 46m 35 de longueur, parallèlement à l'axe du pont, 54m 25 de largeur et 38m 10 de hauteur.

**Le pont-route de Miltenberg, sur le Main.** — Dans la *Zeitschrift für Bauwesen* (1900, fascicule IV), M. Edouard Fleischmann décrit le nouveau pont-route en maçonnerie de Miltenberg, sur le Main.

Ce pont, dont la longueur totale est de 223 mètres, est formé de six arches dont les ouvertures varient de 34 à 32 mètres. Il supporte une chaussée de 4m 40 bordée de deux trottoirs de 1m 50. Le profil en long de la chaussée affecte la forme d'une parabole. La hauteur laissée libre à la navigation, aux plus hautes eaux, est de 6m 70. L'auteur décrit successivement les fondations, les piles et les voûtes surbaissées des arches, dont il étudie les conditions de résistance. Les travaux de construction ont duré depuis le mois de mars 1898, jusqu'en décembre 1899; M. Fleischmann en donne une description complète, en insistant en particulier sur l'exécution des voûtes sur cintres. Les dépenses totales se sont élevées à 500 000 francs environ.

Cette étude, accompagnée de nombreuses illustrations et d'une planche, se termine par l'exposé complet des divers calculs auxquels a donné lieu l'établissement de ce pont-route.

---

## Ouvrages récemment parus.

**L'acier à outils.** — *Manuel traitant de l'acier à outils en général, de la façon de le traiter, au cours des opérations du forgeage, du recuit et de la trempe, et des appareils employés à cet effet*, par Otto Thallner, chef de fabrication aux aciéries à outils de Bismarkhutte; traduit de l'allemand par Ch. Rosambert, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un vol. in-8° de 204 pages avec 68 figures dans le texte. — Ch. Béranger, éditeur; Paris, — Prix : relié, 8 francs.

Les modifications que font subir à l'acier à outils le forgeage, le recuit, la trempe, l'adoucissement, etc., ont été étudiées au point de vue théorique par Ledebur, Wedding, Reiser, Osmond, etc.

Les règles pratiques qu'on a pu déduire de la théorie sont en elles-mêmes fort simples et faciles à saisir; elles ont été vulgarisées tant par les publications scientifiques des auteurs précités que par les *notices sur le traitement des aciers* que presque tous les producteurs d'aciers à outils remettent à leurs clients.

Mais ces notices sont généralement muettes quant *à la façon et aux moyens* de mettre en pratique les instructions qu'elles renferment, de telle sorte que les modifications subies par l'acier au cours des différentes opérations de la fabrication des outils restent généralement incomprises, et que la nécessité d'établir des installations bien appropriées ne se présente même pas à l'idée. D'autre part, les travaux publiés sur ce sujet par des praticiens sont rares, car ces derniers tiennent en général à ne pas divulguer les résultats de leurs observations.

Ce sont ces considérations qui ont engagé M. Thallner à composer cet ouvrage qui est destiné principalement à servir de guide aux chefs d'ateliers et aux outilleurs. Toutes les recettes que l'on y trouve et toutes les installations qui y sont décrites ont reçu la sanction de la pratique.

L'extrait ci-après de la table des matières montre bien quels sont les sujets traités dans cet intéressant ouvrage :

Composition de l'acier à outils et classification d'après la compoition. — Classification des aciers à outils d'après leur degré de dureté et leur emploi. — Observations sur l'aspect extérieur de l'acier à outils livré au commerce. — Observations relatives à la cassure des aciers et à leur structure à l'état normal ou trempé. — Pratique du chauffage de l'acier. — Appareils pour le recuit de l'acier. — Appareils affectés à la trempe de l'acier. — La trempe de l'acier à outils — La trempe des outils qui doivent être entièrement trempés. — Trempe des outils qui ne doivent recevoir qu'un durcissement local. — Procédés employés et dispositions à prendre pour le refroidissement dans les bains de trempe. — Des liquides employés à la trempe de l'acier. — Du recuit des pièces trempées et des appareils employés à cet effet. — Redressement des outils. — L'aciération superficielle et les moyens de préserver l'acier contre la décarburation superficielle et le surchauffage. — Le soudage de l'acier : régénération de l'acier altéré par le feu. — Examen des défauts que peuvent présenter les outils trempés. — Amélioration des propriétés de résistance de l'acier. — Appendice; généralités; procédés employés pour tremper les outils les plus usuels.

---

**Les charbons britanniques et leur épuisement.** *Recherches sur la puissance du Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande*, avec un appendice, par Ed. Lozé, — Deux volumes in-8° de plus de 1 200 pages avec 27 planches et graphiques hors texte. — Ch. Béranger, éditeur; Paris, 1900. — Prix : reliés, 25 francs.

Sans accorder aux causes physiques la prépondérance sur les causes morales, dans le développement et la grandeur des nations, M. Ed. Lozé en constate l'influence et, après avoir attribué une action prépondérante au fer et au charbon, il consacre à ce dernier ses principaux développements, pour ne traiter du fer que dans ses rapports avec la grande industrie houillère.

Spécialisant ainsi ses recherches sur la houille, l'auteur en a groupé les résultats en quatre parties :

1° Les généralités, comprenant un aperçu géographique des Iles Britanniques, des données historiques et géologiques, des considérations politiques, sociales et économiques et des statistiques ;

2° La description de chacun des bassins houillers du Royaume, de leurs veines et produits, avec un chapitre sur les richesses houillères coloniales ;

3° La géographie industrielle et commerciale, les transports par eau et par voie ferrée, et les principaux centres d'activité, en ce qui concerne les parties les plus intéressantes, comprises, à de rares exceptions près, comme il fallait s'y attendre, dans les bassins houillers, puissants générateurs de forces à bon marché, et leurs extensions ;

4° La supputation des richesses houillères du Royaume avec les prévisions sur leur épuisement.

Cet ensemble est suivi d'un appendice, traitant de matières connexes au sujet ou s'y rattachant.

La question de la houille, en Grande Bretagne, qu'il faut entendre dans le sens défini en la quatrième et dernière partie de l'ouvrage, c'est-à-dire l'importance de ses richesses et leur épuisement commercial, est essentiellement subordonnée aux approvisionnements des autres régions du Monde et à leur exploitation. Aussi a-t-il paru nécessaire de consigner, en tête de cet appendice, divers éléments d'appréciation et de comparaison, sur la production, la consommation, etc., des charbons, lignites et pétroles, dans les diverses contrées du Monde.

Une autre partie de l'appendice est consacrée à l'Empire colonial, à sa composition et à son organisation, aux productions des diverses colonies, à leur activité industrielle et commerciale et à leurs moyens de défense.

Une des principales affirmations de la puissance britannique étant sa prépondérance sur les mers, une partie a été consacrée aux forces navales et à leur administration, à quelques budgets récents de la Marine, à ses effectifs, au recrutement de son personnel et aux éléments constitutifs de la Flotte royale, à la fin de 1899 et en 1900.

Enfin l'appendice donne encore un aperçu de l'organisation de l'armée britannique, de ses budgets et effectifs et des éléments qui la composent, en y comprenant les augmentations décidées de 1898 à 1900.

---

**Produits aromatiques artificiels et naturels**, par Georges F. Jaubert, directeur de la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*. — Un volume petit in-8° de 169 pages. (*Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire*). — Gauthier-Villars et Masson, éditeurs, Paris. — Prix : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 francs.

Ce petit ouvrage est divisé en cinq chapitres : les alcools aromatiques, les acides aromatiques, les terpènes, les camphres, et enfin les alcools, les aldéhydes, et les acides terpéniques.

C'est à ces cinq classes de produits qu'appartiennent, en effet, de nombreuses matières odorantes artificielles ou naturelles, parmi lesquelles on peut citer le benjoin, le tolu, la bergamotte, le citron, le camphre, la violette artificielle, etc. Toutes ces matières odorantes sont d'un emploi très répandu soit en parfumerie, en confiserie et en distillerie, soit en pharmacie, comme le tolu, l'acide benzoïque et le menthol, ou bien encore dans les arts et manufactures comme le camphre, qui sert à la fabrication du celluloïd.

M. Georges F. Jaubert présente, sous une forme condensée et précise, les données théoriques qui sont à la base de cet important chapitre de Chimie organique.

---

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 7. N° 940. Samedi 16 Juin 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro : 1 franc.**

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Groupe électrogène de 2500 chevaux Borsig et Siemens et Halske *(planche X)*, p. 109; Ch. Dantin. — **Travaux publics** : Pont de l'Oued Endja (Algérie), p. 112. — **Télégraphie** : Télégraphie multiple réversible ou multiplex, système E. Mercadier, p. 114; G. Briand. — **Métallurgie** : Laminage continu des fers et aciers marchands, p. 116. — **Législation** : La question des « Prud'hommes employés », p. 117; Louis Rachou. — **Exposition de 1900** : Le Jury des récompenses. Liste complémentaire des membres français du Jury, p. 117; — Bureaux des Jurys, p. 118; — Les Congrès internationaux à l'Exposition de 1900 *(suite)*, p. 120. — *Nécrologie* : M. Georges Masson, p. 121. Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences (5 juin 1900), p. 122. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 122; — Ouvrages récemment parus, p. 124. — Informations : Prix de revient du charbon sur le carreau de la mine, p. 124; — Varia, p. 124.

*Planche X :* Machine Borsig à triple expansion de 2500 chevaux.

## EXPOSITION DE 1900

### GROUPE ÉLECTROGÈNE DE 2 500 CHEVAUX

**Borsig et Siemens et Halske.**

*(Planche X.)*

Le groupe électrogène Borsig et Siemens et Halske, installé dans l'usine Suffren, est l'un des quatre groupes générateurs d'énergie électrique qui ont été concédés à l'industrie allemande (1). Il est essentiellement constitué (fig. 1) par la combinaison d'une machine à vapeur verticale, à triple expansion, de 2500 chevaux, construite par M. A. Borsig, et d'un alternateur Siemens et Halske fournissant du courant triphasé à 2200 volts, avec 50 périodes par seconde.

Machine a vapeur Borsig. — *Description générale.* — La machine à vapeur verticale à triple expansion et à condensation (fig. 1 à 4, pl. X) comprend quatre cylindres, dont deux à basse pression, supportant respectivement le cylindre à haute ou moyenne pression.

Ce groupement de cylindres repose sur la plaque de fondation (fig. 1, pl. X), d'une part, à l'arrière, par l'intermédiaire de deux forts piliers évidés, en fonte, et, d'autre part, à l'avant, au moyen de deux colonnes en acier forgé, dont les extrémités filetées pourvues d'écrous s'engagent sous l'entablement des piliers et dans la plaque de fondation. Cette dernière est formée de deux parties assemblées par brides et boulons. Elle porte quatre paliers venus de fonte sur lesquels repose l'arbre moteur.

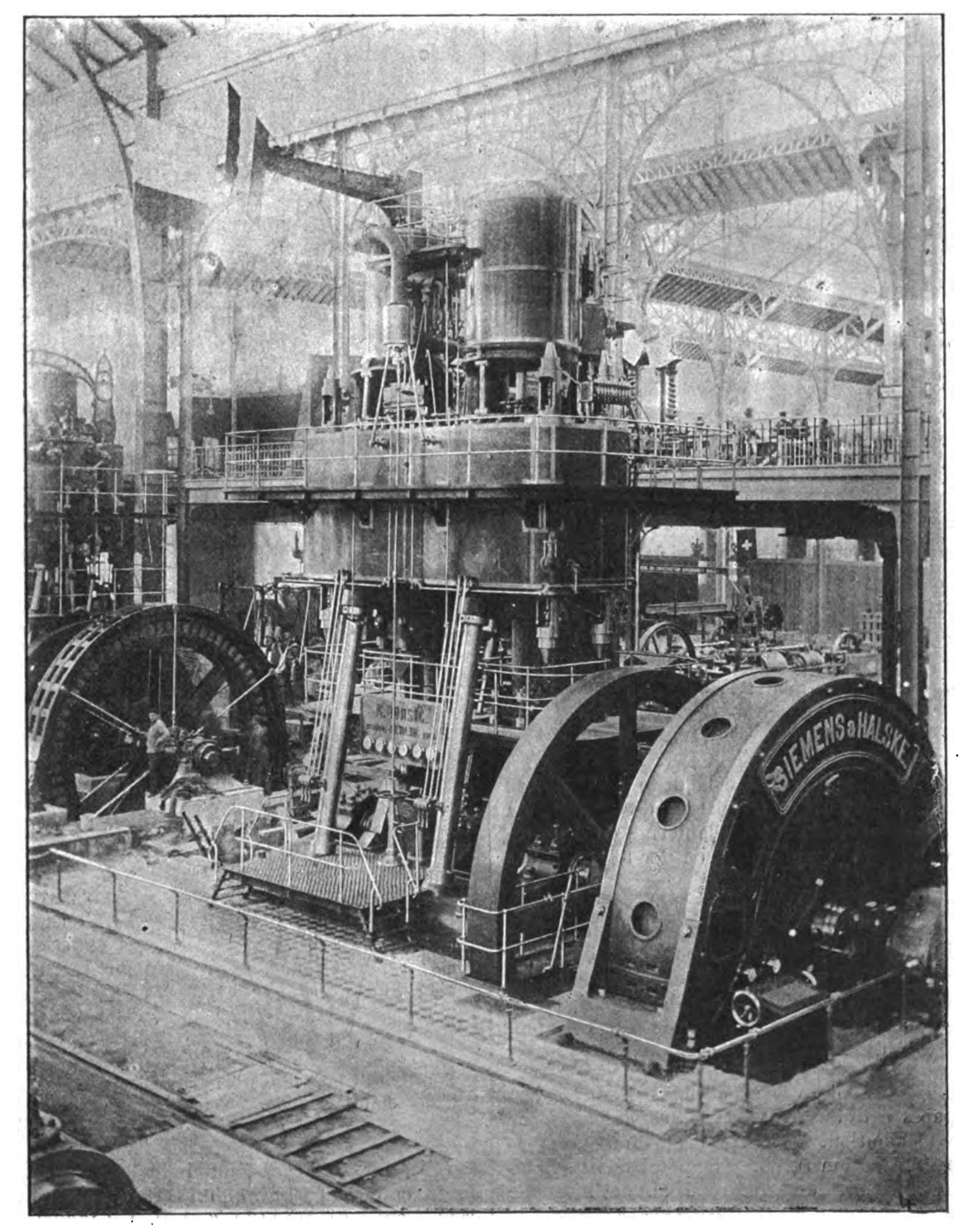



Fig. 1. — Groupe électrogène de 2500 chevaux, Borsig et Siemens et Halske, dans l'usine Suffren : Vue prise la veille de l'inauguration de l'Exposition.

L'arbre moteur, qui tourne à 83,5 tours par minute, est également en deux pièces réunies par des manchons à brides (fig. 2, pl. X). Il est pourvu de deux manivelles équilibrées, calées à 180° l'une de l'autre, sur chacune desquelles agit la tige de piston unique des cylindres en tandem correspondants. A l'une de ses extrémités, du côté de l'alternateur, l'arbre moteur porte un volant dont la couronne dentée intérieure est soumise à l'action d'un électromoteur de mise en train. A son autre extrémité, l'arbre moteur met en mouvement, au moyen d'un plateau manivelle, les deux pompes à air à simple effet du condenseur (fig. 2, pl. X). Le même arbre actionne enfin, au moyen de câbles en fils d'acier deux petites pompes rotatives qui ramènent aux graisseurs le lubrifiant qui s'est rassemblé dans les évidements en forme de cuvettes de la plaque de fondation.

Tous les presse-étoupes de la machine sont combinés à des graisseurs à huile sous pression. Deux distributeurs, placés à hauteur des cylindres supérieurs, lubrifient les bielles et les paliers et reçoivent l'huile d'un récipient en charge, alimenté par une pompe de refoulement établie dans le sous-sol. Un troisième distributeur, voisin des précédents graisse les pistons et les cylindres. Enfin, les paliers et les tourillons du condenseur sont alimentés par un distributeur placé sur l'un des piliers du bâti.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 25, p. 397.

L'ensemble de cette machine à vapeur forme une construction monumentale qui s'élève à 12m50 au-dessus du sol. Trois plates-formes, desservies par des escaliers en fer, permettent un accès facile auprès des organes placés à diverses hauteurs.

En avant de la machine, et surélevée de trois marches par rapport à la plaque de fondation, se trouve la plate-forme du mécanicien. Les organes de commande et appareils de surveillance sont disposés en ce point. Au milieu, se trouvent le volant de prise de vapeur, le levier des robinets d'injection et le tableau qui porte les instruments de mesure et de contrôle. A gauche, sur une des colonnes du bâti sont fixés un tachymètre et un compteur de nombre de courses des pistons.

Le poids total de la machine atteint 350 tonnes, dont 60 pour la plaque de fondation et 41 pour le volant de l'arbre moteur.

*Cylindres et pistons.* — Les cylindres à haute et moyenne pression reposent sur les deux cylindres à basse pression au moyen de deux lanternes en fonte (fig. 1 et 2, pl. X), dont les ouvertures, très larges, sont contreventées par de petites colonnes en fer forgé.

Les cylindres sont munis d'enveloppes de vapeur; dans leurs fonds sont disposées des boîtes par lesquelles se fait l'introduction de la vapeur.

Les pistons, en acier fondu, sont pourvus de garnitures métalliques

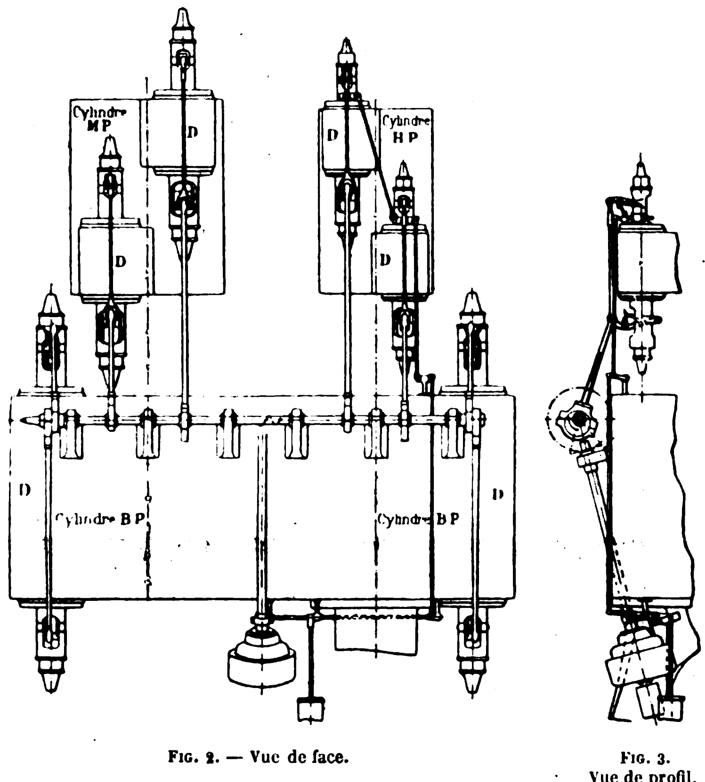



Fig. 2. — Vue de face. Fig. 3. Vue de profil.

Fig. 2 et 3. — Mécanisme de commande des soupapes de distribution.

étanches, qui sont du type Ramsbotton, pour le cylindre à haute pression, et du type Buckley pour les trois autres.

Les dimensions des cylindres sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| Diamètre du cylindre à haute pression. . . . . . . | 0m760 |
| — — moyenne pression . . . . . | 1m180 |
| — des cylindres à basse pression. . . . . . . | 1m340 |
| Course commune. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1m200 |

Il convient de faire remarquer la facilité avec laquelle peuvent être démontés et sortis les fonds supérieurs et les pistons des cylindres à basse pression, grâce aux larges évidements des lanternes qui les surmontent. Il suffit d'enlever les petites colonnes en fer forgé établies dans l'axe de ces évidements.

Le démontage des longues tiges de pistons des cylindres en tandem est également rendu facile, par la disposition dans le massif de fondation (fig. 1, pl. X), de deux cavités, fermées en temps ordinaire par un couvercle et dans lesquelles, après enlèvement des bielles, on fait descendre les tiges des pistons; quand l'extrémité supérieure de ces tiges a été dégagée, on incline les tiges en avant de l'entablement et on peut les sortir sans difficulté.

*Distribution.* — La distribution de vapeur de tous les cylindres se fait au moyen de soupapes équilibrées à deux sièges, disposées par paires dans une boîte de distribution. A chacun des cylindres correspondent deux boîtes de distribution D, placées latéralement sur les cylindres à basse pression et derrière les cylindres à haute et moyenne pression (fig. 2 à 4).

Les soupapes des boîtes de distribution sont soulevées au moyen de leviers à déclics, actionnés par des excentriques montés sur un arbre commun. Celui-ci est disposé à la partie supérieure et en arrière des cylindres à basse pression (fig. 2 à 4). Il repose sur six petites consoles et reçoit son mouvement, par pignon denté, d'un arbre incliné portant également le régulateur et actionné à sa partie inférieure par l'arbre principal. Les soupapes des boîtes de distribution sont rappelées sur leur siège par un ressort.

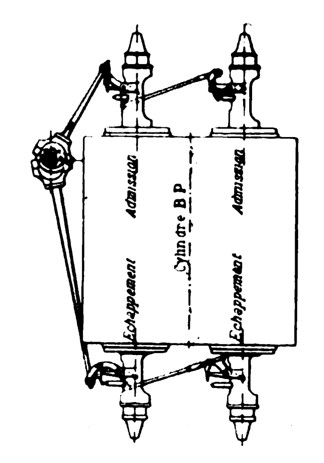



Fig. 4. — Distribution d'un cylindre à basse pression.

Ce rappel des soupapes est obtenu progressivement et silencieusement, grâce à l'emploi de cataractes d'huile, système Collmann. Ce dispositif comporte essentiellement (fig. 5), à chacune des extrémités de la boîte de distribution, un piston A intérieurement évidé en dessous et portant deux couronnes de petits orifices, l'une sur son fond, l'autre sur son pourtour cylindrique. Ce piston est disposé en un point où le diamètre de la boîte de distribution devient plus faible; il se déplace dans un bain d'huile. Au moment du rappel de la soupape, l'huile est comprimée sous le piston qui s'abaisse. Elle s'échappe d'abord abondamment par les orifices périphériques du piston; puis, la section de ceux-ci diminuant progressivement, la résistance opposée au passage de l'huile croît et la soupape s'abaisse d'un mouvement ralenti, jusqu'à reposer sans choc sur son siège. Dans chacune des boîtes de distribution, les soupapes d'admission B et d'échappement C, sont respectivement placées en haut et en bas. La chambre centrale communique avec le cylindre à alimenter de vapeur.

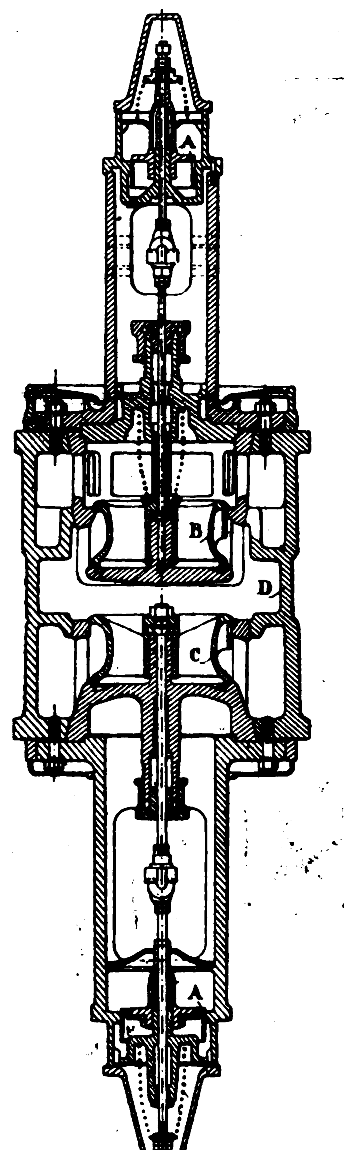



Fig. 5. — Coupe d'une boîte de distribution.

L'introduction de la vapeur dans le cylindre à haute pression est réglée automatiquement par le régulateur qui agit au moyen de tiges et de leviers à doigt sur les déclics des soupapes d'admission. L'introduction dans les autres cylindres est fixe; on peut la faire varier à la main.

La mise en train de la machine s'obtient au moyen d'une soupape spéciale placée au niveau des cylindres supérieurs et entre eux, et sur laquelle on agit au moyen d'une tige verticale pourvue d'un volant de manœuvre. La vapeur arrivant à cette soupape passe successivement dans les cylindres à haute et à moyenne pression. Elle se rend ensuite par une conduite verticale, dans un réservoir intermédiaire placé entre les cylindres à basse pression où elle arrive ensuite. L'échappement vers le condenseur se fait à l'intérieur des piliers du bâti.

En marche normale, la pression de la vapeur étant de 14 kilogr., sa détente est de vingt fois son volume primitif. La puissance correspondante de la machine peut varier de 2500 à 3000 chevaux.

Alternateur Siemens et Halske. — L'alternateur Siemens et Halske, qui est accouplé à la machine à vapeur A. Borsig, peut fournir un courant d'une énergie de 2000 kilowatts à la tension de 2000 à 2200 volts. Il tourne à 83,5 tours par minute, avec 50 périodes par seconde.

Cet alternateur comporte un induit fixe et un inducteur mobile tournant à l'intérieur de l'armature fixe.

*Inducteur.* — Le système inducteur est formé d'une couronne en fonte, en deux parties, qu'un certain nombre de bras, venus de fonte, réunissent au moyeu (fig. 6 et 7). Cet inducteur est directement calé sur le prolongement de l'arbre moteur de la machine à vapeur.

Les pièces polaires de l'inducteur, au nombre de 64, sont formées

de plaques de tôle, maintenues sur la couronne au moyen de boulons prenant appui, par leur écrou, sur un prisme en acier de section carrée (fig. 8).

Pour la ventilation et le refroidissement des pièces polaires, on a adopté la disposition suivante :

L'enroulement du cuivre se fait sur des pièces de bronze intérieu-

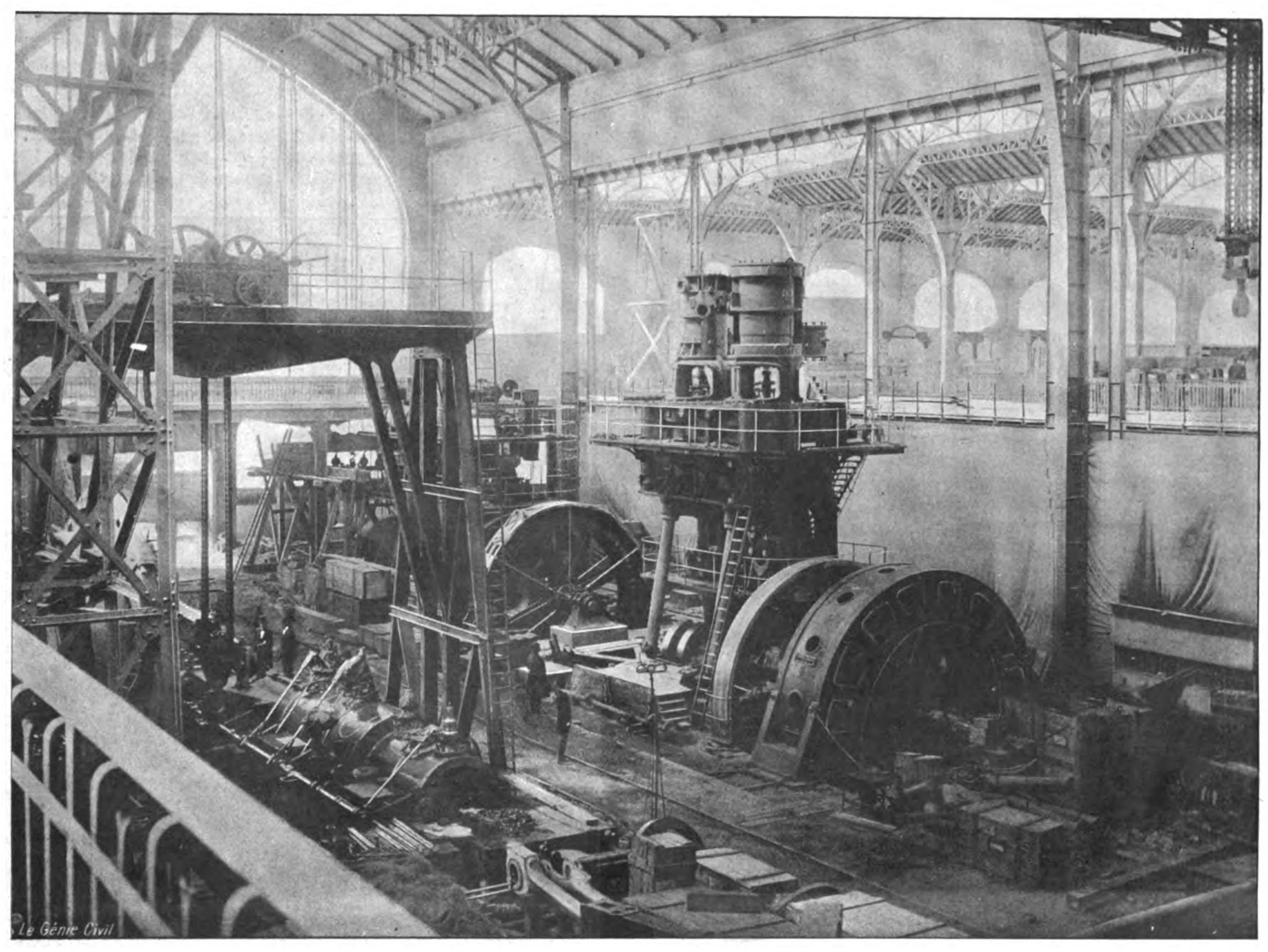


FIG. 6. — GROUPE ÉLECTROGÈNE DE 2 500 CHEVAUX. — État du montage le 11 mars 1900.

Les enroulements de l'inducteur sont formés de lames de cuivre de 4 × 23 millim. carrés de section, enroulées de champ, quarante

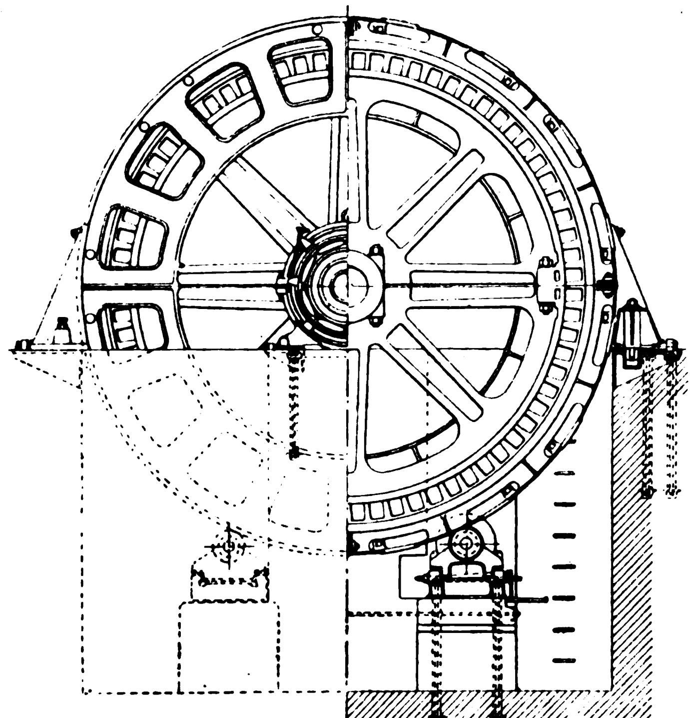


FIG. 7. — Élévation d'ensemble schématique de l'alternateur Siemens et Halske.

fois autour de chaque pôle. Le poids total de ces enroulements atteint 4 tonnes.

rement évidées (fig. 8 et 9). Lors de la rotation de l'inducteur, l'air s'échappe à travers ces pièces, dans une direction radiale, en provoquant leur refroidissement. Dans le même but, les noyaux des pièces polaires sont munis d'une rainure (fig. 6), grâce à laquelle l'air passe librement dans l'espace compris entre l'inducteur et l'induit.

Pour l'excitation de l'inducteur, il suffit d'un courant de 210 volts, avec une intensité à peu près égale ; la résistance des enroulements de l'inducteur atteint, en effet, environ 1 ohm. La consommation

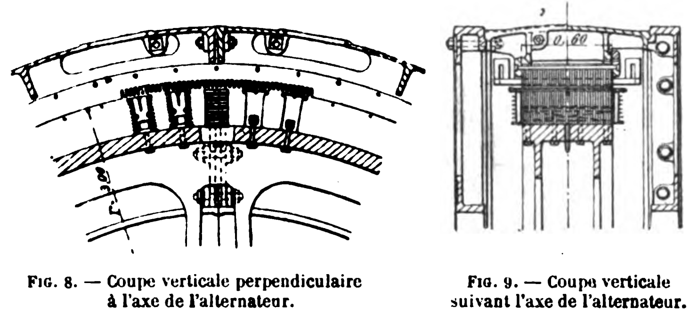


FIG. 8. — Coupe verticale perpendiculaire à l'axe de l'alternateur.

FIG. 9. — Coupe verticale suivant l'axe de l'alternateur.

FIG. 8 et 9. — Coupes partielles de l'inducteur et de l'induit.

normale d'énergie est, de ce fait, pour l'excitation, de 28 000 watts ; sa plus haute valeur atteint 42 500 watts.

*Induit.* — La particularité la plus intéressante de l'induit réside dans le dispositif mécanique imaginé pour obtenir et conserver un centrage parfait de l'armature, que l'on s'est attaché, d'autre part, à constituer le plus simplement possible.

L'ensemble de l'induit peut être considéré comme un tambour annulaire de grand diamètre et de poids considérable, dont l'axe peut cependant être déplacé par de simples mouvements de roulement. Il suffit de le faire reposer sur deux rouleaux (fig. 7), assez éloignés l'un de l'autre et que l'on peut, au moyen de manivelles, élever ou abais-

ser simultanément ou isolément. Il est évident que si l'on agit simultanément sur les deux rouleaux, l'axe du tambour s'élève ou s'abaisse verticalement. Si l'on n'agit que sur l'un d'eux, l'axe du tambour se déplace dans le sens horizontal.

Le tambour de l'inducteur comporte en réalité deux chemins de roulement (fig. 9), correspondant aux deux couronnes largement ajourées qui constituent ses fonds. Chacune de ces deux couronnes en fonte est formée de quatre segments réunis par boulons (fig. 7 et 8); elles sont maintenues par une armature rigide en fonte (fig. 9), recouverte par une tôle de 0mm 5 d'épaisseur. Des ouvertures sont réservées sur le pourtour cylindrique de l'armature ainsi formée (fig. 6, 10 et 11).

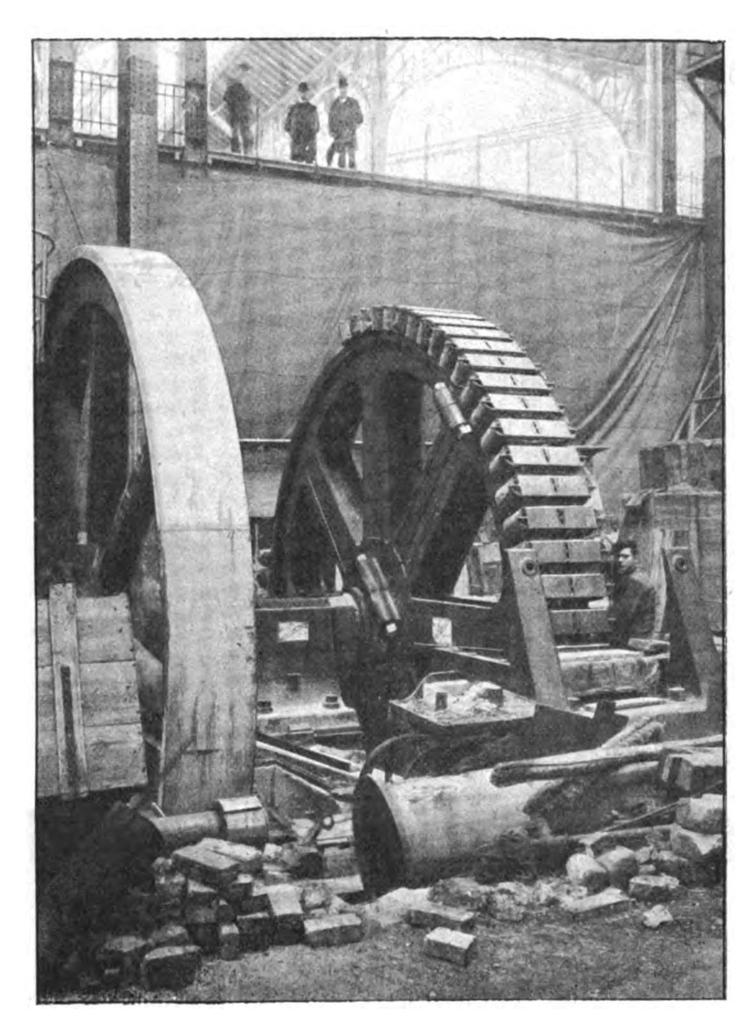


Fig. 10. — Groupe électrogène de 2 500 chevaux. — Montage de l'alternateur; Vue prise le 1er mars 1900.

Dès que l'on a centré l'armature, on la fixe au massif de fondation au moyen de deux bâtis en fonte établis latéralement. Deux puissantes nervures de ces bâtis s'appliquent et se fixent sur les chemins de roulement de l'armature qu'ils embrassent sur une certaine longueur, de part et d'autre de son diamètre horizontal (fig. 7).

Vers l'intérieur, l'armature porte 648 rainures de 13 millim. de largeur sur 55 millim. de profondeur, dans lesquelles on dispose des barres de cuivre de 7 × 44 de section formant les enroulements de l'induit. L'isolement des diverses barres de cuivre est obtenu au moyen de mica comprimé. Les connexions de ces barres entre elles sont effectuées suivant les dispositifs généralement adoptés dans les alternateurs triphasés. Le poids total des barres de cuivre atteint 2 400 kilogr.; la résistance totale de l'induit est de 0,057 ohm.

La machine excitatrice de cet alternateur est une dynamo à 8 pôles d'une puissance de 45 kilowatts sous 210 volts. Elle tourne à 340 tours à la minute.

Auprès de cet alternateur sont installés les appareils de mesure : voltmètre, ampèremètre, kilowattmètre. Ces instruments sont placés à la partie supérieure d'une colonne creuse de 4m 50 de hauteur, à l'intérieur de laquelle sont installés les câbles par lesquels passe une dérivation du courant principal.

Les commutateurs et accessoires usuels des tableaux de distribution sont disposés sur un pupitre où se placent également l'ampèremètre et le voltmètre de la dynamo excitatrice.

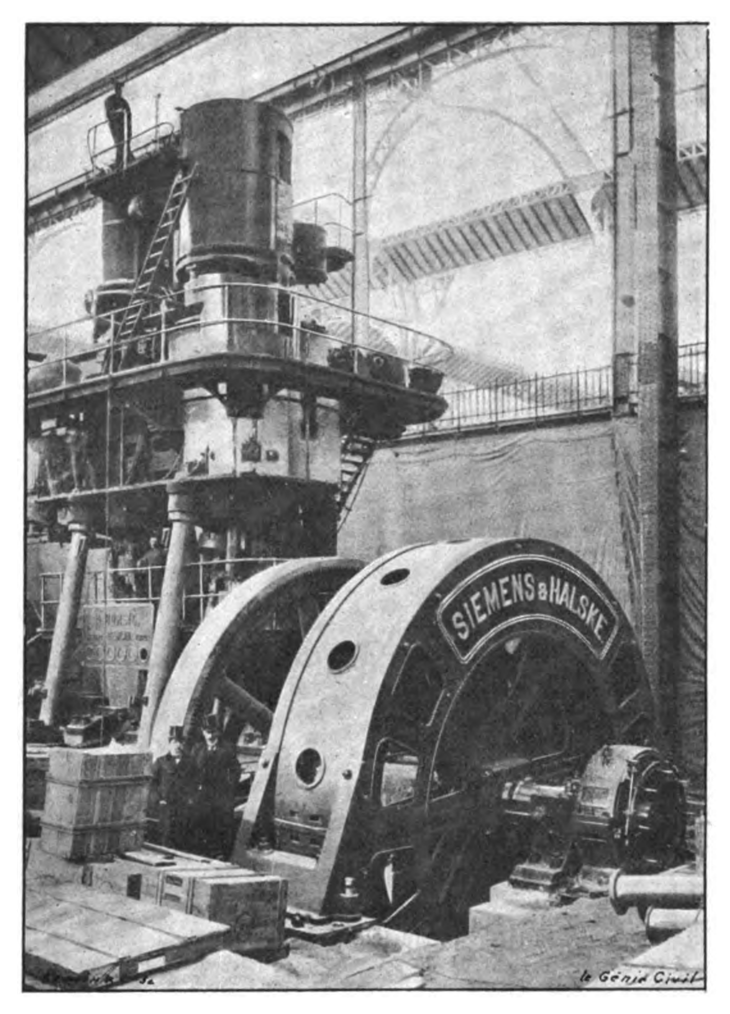



Fig. 11. — Groupe électrogène de 2500 chevaux. — Mise en place des enveloppes des cylindres; Vue prise le 17 mars 1900.

Le groupe électrogène Borsig-Siemens et Halske est l'un des premiers groupes électrogènes étrangers qui aient été en mesure de fonctionner. Son montage, commencé dans les premiers jours de janvier 1900, était complètement achevé à la fin du mois de mars. Le courant alternatif que ce groupe fournit se rend au tableau général de distribution, pour être ensuite distribué, en particulier, dans les installations du Trocadéro.

Ch. Dantin.

## TRAVAUX PUBLICS

### PONT DE L'OUED ENDJA (ALGÉRIE)

La construction du pont sur l'Oued Endja (route de Constantine à Djidjelli par Mila) a présenté quelques particularités dignes d'intérêt, qui ont été décrites en détail dans une note de M. A. Daujon, Ingénieur des Ponts et Chaussées (1), et dont nous nous proposons de signaler les principales.

Ce pont, qui a été construit à forfait, avec ses abords, par la Société des Ponts et Travaux en fer, comprend six travées solidaires à treillis à grandes mailles et il a une longueur totale de 312 mètres. Le tablier a été mis en place par lançage. Les fondations ont été faites à l'air comprimé dans un terrain d'alluvions parsemé de gros blocs de grès.

L'Oued Endja, presque à sec en été, est sujette, en hiver et au printemps, à des crues de faible durée, mais parfois extrêmement violentes. Son fond, formé de sables vaseux et de galets, repose à 6 à 12 mètres au-dessous de l'étiage, sur un lit de calcaire schisteux, dans lequel les piles ont été encastrées de 0m 30, à l'aide de caissons métalliques, d'un poids plutôt faible, comme le montre le tableau suivant :

| DÉSIGNATION DES APPUIS | CHAMBRES DE TRAVAIL | | HAUSSES |
|---|---|---|---|
| | POIDS TOTAL | POIDS PAR mètre carré de surface | POIDS PAR mètre de hauteur |
| Culée rive droite | 5 220 kilogr. | 357 kilogr. | 740 kilogr. |
| Piles nos 1, 2 et 3, l'une | 6 330 | 311 | 909 |
| Pile no 4 | 6 472 | 318 | — |
| Pile no 5 | 6 812 | 335 | — |
| Culée rive gauche | 5 759 | 317 | 839 |

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1899, 2e trimestre.

*Fondations.* — La chambre de travail des caissons, pour laquelle on avait, au début des fonçages, adopté une hauteur de 2 mètres, était raidie par des consoles disposées comme l'indique la figure 1. Les pièces *a*, *b*, *c*, étaient formées d'une seule cornière de $\frac{60 \times 60}{5}$, et la pièce *d* d'une seule cornière de $\frac{50 \times 50}{5}$ ; le poids d'une console était de 50 kilogr. environ. Mais on reconnut bientôt la nécessité de doubler toutes les cornières et d'abaisser à 1m80 la hauteur de la chambre de travail afin d'accroître sa rigidité.

Fig. 1.

Les caissons ont été faits avec des tôles de 5 millimètres d'épaisseur et de 0m985 de largeur, disposées horizontalement, avec un recouvrement de 50 millimètres. Une cornière de $\frac{50 \times 50}{5}$, rivée à 0m 15 au-dessous de la couture supérieure, leur donnait du raide. L'étanchéité des joints a été obtenue par interposition de gros papier gris dans les rivures. Les hausses avaient la même épaisseur de 5 millimètres.

Les tôles devaient résister à 32 kilogr. dans le sens du laminage et avoir un allongement minimum de 8 % avant la rupture.

Le frottement latéral du terrain et le coincement des blocs opposaient une telle résistance que le poids des maçonneries ne suffisait pas à assurer la descente des caissons. On dut, pour la déterminer, recourir à des lâchures brusques de l'air, ce qui a l'inconvénient de déformer les caissons et de les faire déverser sous l'influence des pressions extérieures agissant brusquement après le lâcher de l'air.

La présence de blocs de grès rendait difficile le redressement et, pour raidir le caisson, on établit dans la chambre de travail, à l'air libre, sur tout son pourtour, une couronne de maçonneries de briques dite *crinoline*, épousant la forme inclinée des consoles.

Le travail journalier était réparti en trois postes d'une durée de huit heures, comprenant chacun 15 ouvriers sous la surveillance d'un chef monteur. La plupart des ouvriers étaient des indigènes.

Les postes se relayaient à 11 heures du matin, à 7 heures du soir et 3 heures du matin. C'est à la sortie de 11 heures et à celle de 7 heures qu'on faisait les lâchures d'air. La descente qu'elles provoquaient n'a jamais dépassé 0m 40 et a souvent été nulle.

On faisait sauter les blocs à la dynamite, au moment des lâchures, de façon à renouveler l'air en même temps.

Le réglage de l'assise schisteuse était fait au burin ou à la dynamite.

Tous les mortiers des maçonneries et le béton, au-dessous de l'étiage, ont été faits en chaux du Teil (330 kilogr. pour 1 mètre cube de sable lavé). On employait deux volumes de mortier pour trois volumes de cailloux dans la confection des bétons.

Les maçonneries au-dessus du plafond se faisaient en laissant un vide de 0m 02 entre le parement et la tôle, afin d'éviter la déformation de celle-ci, déformation qui aurait rendu la descente plus difficile ; on garnissait ensuite ce vide de mortier. L'épaisseur du mortier était augmentée aux coutures pour combattre l'infiltration de l'eau. On maintenait, d'ailleurs, l'écartement des tôles par des entretoises que l'on retirait lorsque la maçonnerie atteignait leur niveau.

Une fois la pile assise sur le schiste, on remplissait la chambre de travail par redans successifs comme nous l'avons indiqué à l'occasion du pont Alexandre III (1). De même, également, on tamponnait et on remplissait la cheminée.

Le béton, fait d'abord avec des pierres cassées, fut fait dans la suite avec des galets de rivière, ce qui économisa 10 % du mortier de ciment, les vides étant moindres.

La durée du bétonnage varia de 24 à 60 heures. On le terminait par une coulée de ciment pur pour garnir tous les vides.

Il est essentiel, pour empêcher les infiltrations, d'avoir une adhérence parfaite du mortier et des tôles. On y parvient en nettoyant celles-ci avec soin et en enduisant leur surface de mortier.

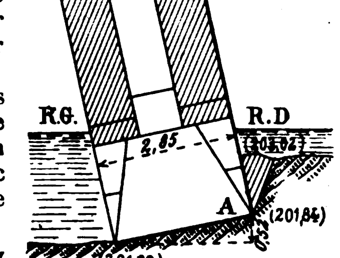


Fig. 2. — Position du caisson de la pile n° 2 après la crue du 20 décembre 1896. — Coupe suivant l'axe du pont.

La marche des travaux a été assez variable, en raison des conditions locales. Le fonçage de 1 mètre a exigé, en moyenne, 7 jours pour un travail effectif de 3 jours et demi.

Les piles nos 2 et 3 et la culée de rive gauche sont les seules qui aient donné lieu à des incidents ; les autres ont été descendues dans des conditions normales.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 3, p. 39.

La pile n° 2 était descendue de 1m 40, quand une forte crue, survenue le 20 décembre, la déversa. Il suffit, pour la remettre d'aplomb, de creuser sous le couteau le plus élevé A (fig. 2) ; sous l'effet de ce creusement, le terrain extérieur (triangle hachuré) s'éboulait en dedans et facilitait le redressement.

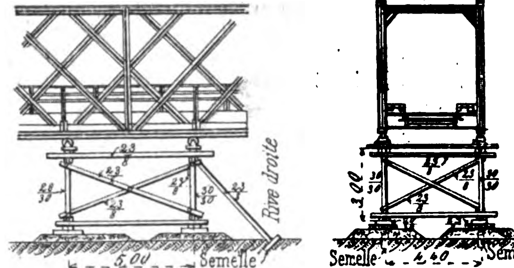


Fig. 3. — Élévation longitudinale. Fig. 4. — Élévation transversale.

Fig. 3 et 4. — Palée de lançage.

La pile n° 3 était descendue à 10m53, quand elle se déversa et se déforma faute de crinoline. Pour la raidir, on fut obligé de l'étayer à l'intérieur.

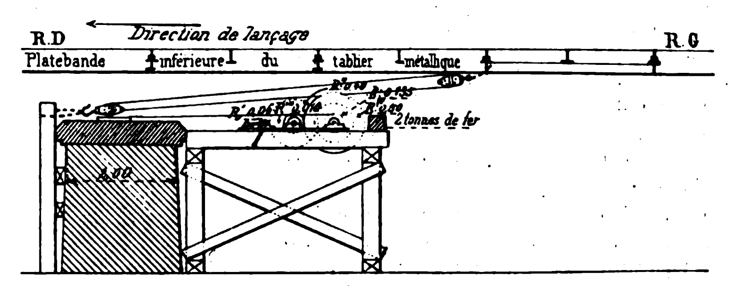


Fig. 5. — Coupe suivant l'axe du plan.

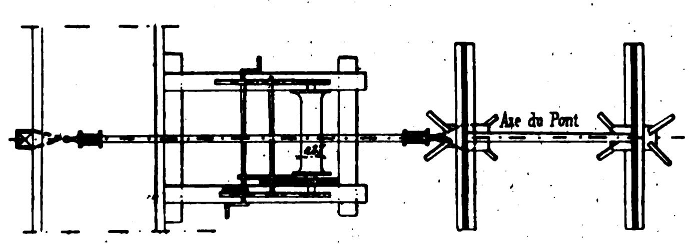


Fig. 6. — Vue en plan.

Fig. 5 et 6. — Treuil et palan de lançage.

La culée de rive gauche subit des vicissitudes plus sérieuses.

Une première crue, le 20 mai 1896, roula le caisson à 100 mètres plus loin. Une deuxième crue, le 20 décembre, l'inclina à 45° et l'on fut obligé de l'abandonner.

Le caisson de remplacement se déchira à 2 mètres au-dessus du plafond, puis s'inclina légèrement ; on put le redresser et achever le travail.

La crue du 20 mai avait érasé profondément la rive gauche. On dut, de ce fait, prolonger le pont de deux travées, soit 112 mètres.

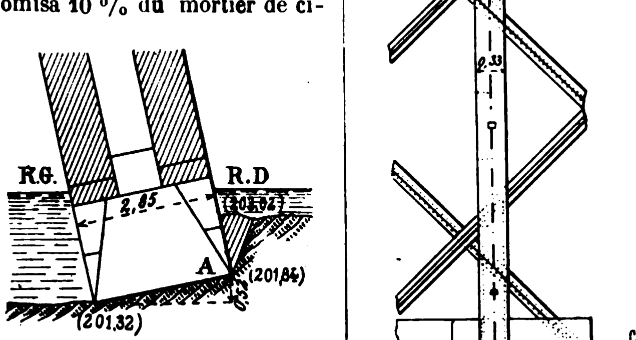


Fig. 7. — Élévation aval. Fig. 8. — Coupe AB.

Fig. 7 et 8. — Détail d'un faux montant en bois.

*Lançage.* — Le tablier comporte quatre travées centrales de 55 mètres et deux travées de rive de 44m80. Il est formé de deux poutres à treillis quadruple de 5m36 de hauteur, dont les montants sont espacés de 5m60 d'axe en axe. Ces deux poutres sont réunies par des pièces de pont sur lesquelles reposent des voûtelettes en briques de 1m40 d'ouverture. Elles sont,

en outre, contreventées en dessous et en dessus, de manière à laisser un espace libre de 4m 25 au-dessus de la chaussée. L'écartement d'axe en axe des poutres principales est de 4m40. La chaussée entre les trottoirs a 2m 50 de largeur.

La pile n° 3 sert d'appui fixe ; les autres piles et les culées portent des appareils à dilatation.

Le poids par mètre courant de pont est de 1550 kilogr. pour le fer et de 2 400 kilogr. pour la chaussée.

Le poids total du fer employé atteint 483 453 kilogrammes.

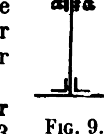


Fig. 9.

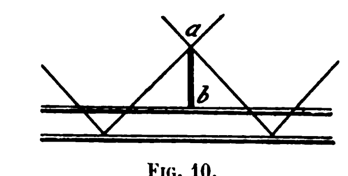



Fig. 10.

La limite du travail du métal a été portée à 8kg 500 pour les membrures et à 5kg 500 pour les treillis des poutres principales.

Pour faciliter le lançage, on avait établi entre les piles des palées en bois, de sorte que le porte-à-faux n'a pas dépassé 25 mètres.

Chaque palée était composée (fig. 3 et 4) de quatre poteaux verticaux de $30 \times 30$, réunis par des moises et des croix de Saint-André, et s'appuyant sur le lit de la rivière (à sec) par l'intermédiaire de semelles. Chacun des poteaux se trouvait dans l'axe d'une des poutres du tablier. Les deux poteaux situés du côté de la rive droite s'arc-boutaient, du reste, sur des contre-fiches destinées à résister au déversement produit par le mouvement du tablier.

On a employé deux trains de galets sous chaque poutre et par pile, et la charge maximum n'a pas dépassé 30 000 kilogr. par galet.

On a mis en œuvre, pour le lançage, jusqu'à trois treuils actionnés chacun (fig. 5 et 6) par une manivelle mue à bras. Les coefficients de multiplication de ces treuils étaient de 100 pour deux d'entre eux et de 85 pour le troisième.

Les palans étaient équipés à six brins (câbles de chanvre) de longueurs suffisantes pour permettre sans reprise une avancée de 15 mètres environ du tablier.

Leur résistance était prise sur un pieu accolé à une pile, et l'effort de renversement, auquel celle-ci se trouvait alors soumise de ce fait, était en partie équilibré par la résistance de la plate-forme du treuil.

On aidait, du reste, l'action des treuils à l'aide de crics à crémaillère pour le démarrage et pour aider au passage des semelles de renfort sur les galets. Pour faciliter ce passage, on avait rivé sur les semelles des cales de renfort de 0m 40 et, pour soulager les membrures, on les avait étayées à l'aide de faux montants en bois de sapin (fig. 7 et 8), au nombre de 18, placées en vue de permettre aux sections faibles du tablier de résister aux flexions locales.

Les constructeurs évaluent à 50 kilogr. par tonne l'effort à produire pour lancer un pont. Afin de faciliter l'opération, on avait ménagé à l'assise du tablier une pente de 2 millimètres par mètre ; et, afin de soulager les galets, on avait soin, entre deux opérations, de faire reposer le pont sur des chantiers fixes. Mais la dilatation occasionnée par la chaleur du soleil fatiguait beaucoup les assemblages, ce qui se traduisait par des craquements importants qui cessèrent lorsqu'on fit reposer le tablier sur les galets.

Une fois le lancement terminé, on descendit le pont sur ses appuis en remplaçant, à l'aide de vérins hydrauliques, les galets par des cales et en décalant, successivement sur tous les points, d'une épaisseur de madrier de 0m 08.

M. Daujon a résumé dans un tableau les efforts développés dans les sections d'appui par la dénivellation successive des points d'appui, en employant les formules données par M. Résal. Ce tableau fait ressortir l'avantage qu'il y a à procéder de proche en proche afin de réduire les efforts.

Aux essais, les flèches observées ont été sensiblement inférieures aux flèches calculées.

M. Daujon se livre ensuite à une discussion circonstanciée, mais qu'on ne peut analyser sans la rendre inintelligible, relativement à la détermination du travail du métal pendant les phases successives du lançage et à la limite dangereuse à éviter. Il conclut qu'il est prudent de faire les calculs en se basant sur l'hypothèse d'une poutre continue et non sur celle d'une suite de poutres encastrées qui donne des résultats trop faibles.

Un accident, survenu le 18 janvier 1898, montre que les faux montants en bois ne suffisaient pas pour raidir l'âme de la membrure inférieure et qu'il eût été prudent de la consolider à l'aide de deux petites cornières α, α (fig. 9), et même de compléter cette mesure de sécurité par de petites épontilles *ab* (fig. 10), raidissant la membrure inférieure en prenant un point d'appui sur les croisillons.

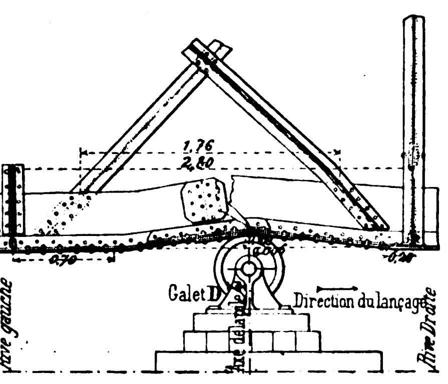
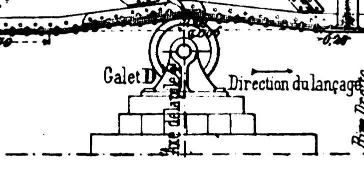




Fig. 11. — Élévation amont de la membrure basse du tablier, pile 4.

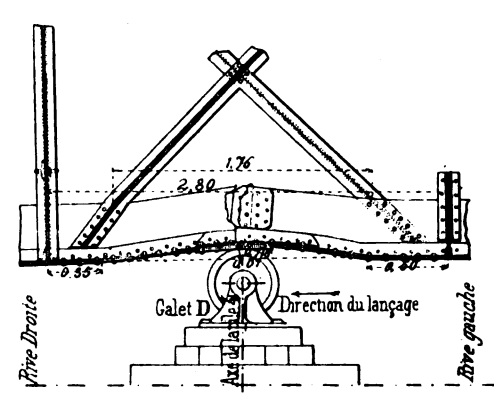



Fig. 12. — Élévation aval de la membrure basse du tablier, pile 4.

Fig. 11 et 12. — Accident du 18 janvier 1898.

En effet, lors de cet accident, le chef de chantier ayant omis de placer les faux montants en bois, la membrure basse se déchira à l'aplomb du galet de la pile 4 (fig. 11 et 12) et se voila à l'aplomb du galet de la pile 5.

En calculant le tablier comme une poutre continue sur trois appuis, on trouve que la réaction de la pile 4 était égale à 50 000 kilogr. en nombre rond ; la tension du métal atteignait alors 23kg 95, c'est-à-dire qu'elle dépassait notablement la limite d'élasticité.

Plusieurs annexes importantes viennent ratifier par d'autres exemples les conclusions formulées par M. Daujon dans son étude.

E. R.

---

## TÉLÉGRAPHIE

### TÉLÉGRAPHIE MULTIPLE RÉVERSIBLE OU MULTIPLEX

**Système E. Mercadier.**

Le développement continu des transmissions télégraphiques et la surcharge des lignes, qui en a été la conséquence, ont provoqué l'invention d'appareils et de systèmes permettant de mieux utiliser ces lignes et d'accroître leur rendement.

On a imaginé des appareils à transmission rapide, qui augmentent le nombre de signaux émis par unité de temps (Baudot), ou qui effectuent les transmissions avec un nombre de signaux plus restreint que les premiers appareils (Hughes).

On a également imaginé divers systèmes de télégraphie multiple, qui permettent de relier plusieurs transmetteurs et plusieurs récepteurs à une même ligne et d'envoyer simultanément plusieurs dépêches.

L'appareil imaginé, après de longues et patientes recherches d'acoustique et de télégraphie, par M. E. Mercadier, professeur à l'École supérieure des télégraphes et directeur des études à l'École Polytechnique, permet de transmettre simultanément, sur une même ligne, jusqu'à 24 dépêches, 12 dans chaque sens. Ces transmissions se font sans aucune confusion dans les signaux.

Ce système qui justifie, par suite, son nom de télégraphie multiple réversible ou multiplex, a été, comme l'a déjà signalé le *Génie Civil* (1), présenté à l'Académie des Sciences par M. Cornu, et figure à l'Exposition universelle.

Tout système de télégraphie multiple réversible comprend, suivant le cas, 4 circuits ouverts ou fermés :

1° Un *circuit transmetteur* $C_t$, dans lequel sont disposés les appareils transmetteurs du courant;

2° Un *circuit récepteur* $C_r$, qui comprend de même les appareils récepteurs;

3° Un *circuit de ligne* $C_l$, formé par une ligne simple avec terre aux deux bouts, ou une ligne double comme pour la téléphonie;

4° Un *circuit extincteur* $C_e$, avec les appareils destinés à éteindre ou à neutraliser les effets des signaux transmis par un poste sur ses propres récepteurs.

Ce circuit est ordinairement appelé *ligne artificielle*, parce qu'on cherche à le rendre équivalent en résistance et en capacité à la ligne réelle qui relie les deux postes.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 22, p. 354. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

Dans tous les systèmes de télégraphie multiple, les trois premiers circuits, et le plus souvent même le quatrième, sont en contact direct les uns avec les autres, en un ou plusieurs points, comme dans un appareil différentiel, un pont de Wheastone. Cette disposition est désavantageuse, par suite des réactions mutuelles de ces circuits, qui compliquent beaucoup leur installation et leur réglage.

Dans le système de M. E. Mercadier, au contraire, les circuits sont séparés et sans contact les uns avec les autres.

Les courants d'un circuit sont transmis aux autres circuits par induction. Les réglages sont par suite aisés.

Ce qui caractérise en outre ce système, c'est la nature des courants émis : ce sont des courants vibrants, ondulatoires.

1° *Circuit transmetteur.* — Les appareils producteurs de signaux sont groupés sur le circuit transmetteur $C_t$.

L'appareil émetteur A (fig. 1) n'est autre chose qu'un diapason

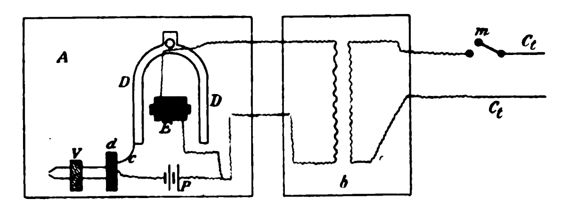



Fig. 1. — Appareil émetteur.

DD, qui est attiré et qui vibre sous l'influence d'un électro-aimant E. A l'une des branches est fixé un style d'acier $c$, qui vient au contact et s'écarte à chaque vibration de la vis à tête de platine V.

Le circuit de la pile P étant fermé, le courant traverse l'électro-aimant, le diapason, le style en acier et le disque $d$. L'électro est excité et attire le diapason. A chaque vibration, le style perd le contact de $d$, le courant est interrompu. On obtient ainsi un courant ondulatoire, ou mieux ondulé par suite de la self-induction, qui a autant d'ondulations que le diapason a de vibrations à la seconde.

Le circuit transmetteur (fig. 2) peut renfermer jusqu'à 12 appa-

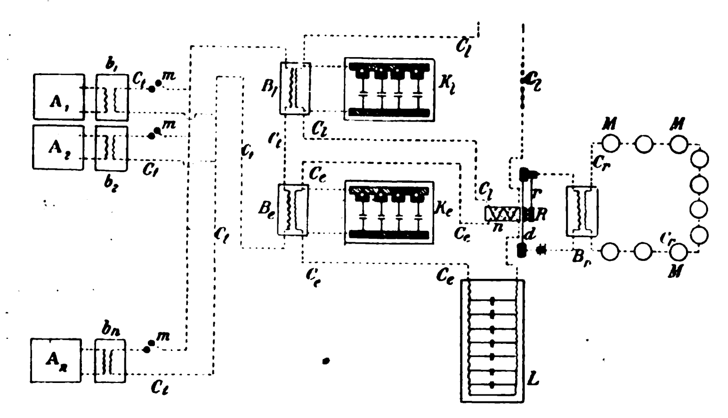


Fig. 2. — Schéma général d'une installation.

reils, dont les diapasons sont espacés entre eux d'un demi-ton, depuis le $si_3$ (480 vibr.), $ut_4$ (512 vibr.) jusqu'au *la dièze*$_4$ (900 vibr.).

Lorsque l'employé abaisse le manipulateur $m$, le circuit $C_t$ transmetteur reçoit le courant induit dans les bobines B par les appareils A.

Les divers courants ondulatoires induits se superposent dans le circuit transmetteur, lorsque l'on abaisse simultanément les divers manipulateurs $m$.

2° *Circuit de ligne.* — Le circuit de ligne $C_l$ est formé par le fil télégraphique et la terre, ou par les deux fils de la ligne double. Il est en communication avec le circuit transmetteur par l'intermédiaire du fil secondaire de la bobine d'induction $B_l$ (fig. 2) et avec le circuit récepteur par l'intermédiaire d'un relai télémicrophonique R.

Ce relai est formé d'un téléphone dont le diaphragme $d$ vibre sous l'influence de l'électro $n$, et d'un microphone composé d'une plaque de charbon vissée au diaphragme $d$ et d'un contact de charbon supporté par un ressort $r$.

3° *Circuit récepteur.* — Dans le circuit récepteur $C_r$, qui est relié au circuit de ligne par l'intermédiaire du fil secondaire de la bobine d'induction $B_r$, les appareils récepteurs dits « monotéléphones » M sont disposés en série.

Le *monotéléphone* (fig. 3 et 4) n'est autre chose qu'un téléphone dont la membrane vibrante $mm$, au lieu d'être encastrée sur sa circonférence, est fixée seulement en trois points $o$ situés aux sommets d'un triangle équilatéral, inscrit dans la première ligne nodale circulaire, caractérisant le premier harmonique de la plaque. Cette plaque est ainsi susceptible de renforcer très nettement le son de son premier harmonique et ce son seulement.

On a choisi les dimensions des diverses plaques, de manière qu'elles renforcent les sons des diapasons émetteurs : $si_3$, $ut_4$, ..... *la dièze*$_4$, sons du reste espacés entre eux d'un demi-ton.

Pour recueillir les ondes sonores émises par le monotéléphone, un tube T' est ajusté au noyau creux de l'électro E, et divisé en deux branches reliées aux oreilles, par des tubes légers de caoutchouc, terminés par des embouts recourbés, en verre, dits *écouteurs*, que l'employé tient fixés aux oreilles.

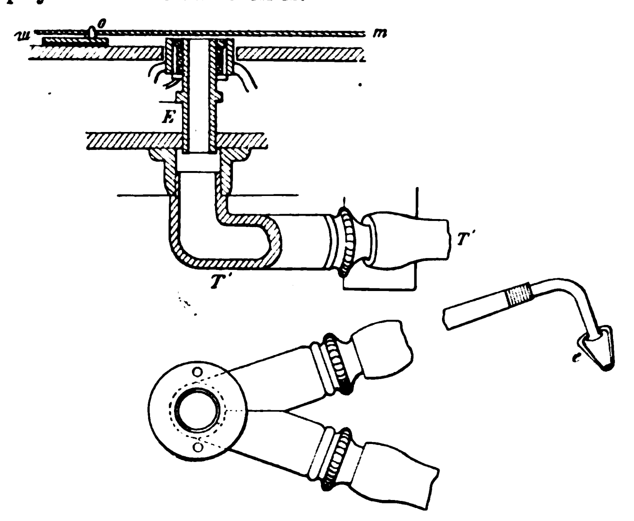



Fig. 3 et 4. — Coupe verticale et plan partiel d'un appareil récepteur « monotéléphone ».

4° *Circuit extincteur.* — Le circuit extincteur $C_e$ est formé d'une ligne artificielle L identique, au point de vue de la résistance et de la capacité, à la ligne télégraphique.

Il est en communication avec le circuit transmetteur par une bobine $B_e$ (fig. 2) identique à $B_l$.

Le circuit extincteur s'enroule sur l'électro-aimant du relai téléphonique, en sens inverse du circuit de ligne et d'un même nombre de spires.

Fonctionnement du système. — Tous les appareils A, qui sont éminemment sonores, sont groupés dans une salle, où un employé surveille leur marche.

Chaque manipulateur $m$ est entre les main du télégraphiste, qui transmet ses dépêches par points et par traits, suivant le code Morse. Les courants émis se superposent dans le circuit transmetteur et font naître des courants induits superposés dans le circuit de ligne et le circuit extincteur. Par suite des enroulements de ces circuits en sens inverse sur l'électro du relai téléphonique et d'un dispositif formé de deux condensateurs $K_l$, $K_c$ convenablement disposés (fig. 2), ce relai n'est pas influencé par les courants émis.

Il l'est au contraire par les courants émis du poste voisin et amenés par le courant de ligne.

Ces courants multiples et superposés traversent tous les monotéléphones et agissent sur eux, chacun comme s'il était seul. Si donc chaque monotéléphone est accordé avec un des transmetteurs du poste voisin, il renforcera les sons émis par ce transmetteur, et le télégraphiste qui écoute entendra les signaux longs et brefs de son correspondant.

*Divers modes d'emploi du système.* — *a)* On peut disposer sur une ligne la moitié des appareils à chaque extrémité. Le schéma de la figure 2 correspond à ce cas.

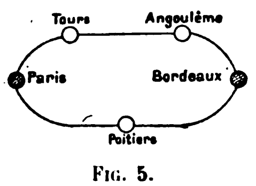



Fig. 5.

*b)* On peut également répartir les appareils entre les divers postes placés sur une ligne, de manière à assurer le service de tous ces postes entre eux.

On pourra, par exemple (fig. 5), desservir la ligne Paris-Bordeaux et les trois villes, Tours, Angoulême et Poitiers, en établissant une transmission entre les villes prises deux à deux soit, dix transmissions. Les deux autres transmissions possibles renforceront Paris-Bordeaux qui en possédera trois.

Ce mode d'exploitation télégraphique n'existe pas actuellement. Il permet une économie considérable dans le nombre des fils (1).

*c)* Dans les chemins de fer, ce système est du plus grand intérêt. Il permettra à une station ou à un train en détresse d'appeler une station quelconque de la ligne sans prévenir les stations intermédiaires.

*Avantages du système.* — Le plus grand avantage du système est sa bonne utilisation du réseau des fils télégraphiques.

En admettant qu'un employé puisse envoyer, par heure, trente dépêches de vingt mots, on peut envoyer dans chaque sens : $30 \times 12 = 360$ dépêches, ou 720 dans les deux sens.

(1) Actuellement, par exemple, il existe 11 fils pour desservir les postes de Paris, Tours et Poitiers (système de M. Mercadier).

Avec ce rendement, une seule ligne télégraphique pourra suffire et au delà pour le service des voies les plus encombrées. Les chiffres suivants permettent de s'en rendre compte.

La moyenne des télégrammes par 24 heures est :

| | |
|---|---|
| Sur la ligne Paris-Marseille . . . . . . . . . . . | 3 275 |
| — Paris-Bordeaux . . . . . . . . . . . . | 1 675 |
| — Paris-Londres. . . . . . . . . . . . . | 1 500 |

Il n'est pas sans intérêt de comparer le rendement de cet appareil à celui du Hughes et du Baudot, en usage actuellement. En prenant le *Morse* comme unité de rendement, on a :

| | |
|---|---|
| Hughes . . . . . . . . . . | 2,4 (duplex 4,8) avec 1 fil |
| Baudot, à 4 claviers . . . | 6,60 avec 1 fil; 13,2 avec 2 fils. |
| Mercadier . . . . . . . . | 24 avec 2 fils. |

L'appareil de M. Mercadier permet la lecture des dépêches *au son*. Ce mode de lecture est plus avantageux que la lecture *à la vue* : Il est plus rapide et il engendre moins d'erreurs. Des expériences faites en Belgique ont montré que le chiffre des erreurs était réduit de 33 °/₀ avec la lecture au son.

Enfin la simplicité des appareils permet de les mettre entre les mains d'employés jeunes et de moyenne expérience. Ils ne demandent pas un entretien compliqué.

Ces appareils ont été soumis à de nombreux essais en France, notamment sur les grandes lignes : Paris-Bordeaux, Paris-Lyon, Paris-Toulouse. On peut dire qu'ils fonctionnent dans les mêmes conditions que le téléphone.

G. Briand,
*Ancien Élève de l'École Polytechnique.*

## MÉTALLURGIE

### LAMINAGE CONTINU DES FERS ET ACIERS MARCHANDS

La production réalisée dans le laminage des fers et aciers marchands, au moyen des laminoirs Morgan, dans les usines de la National Steel C°, aux États-Unis, est d'une intensité si extraordinaire que nous croyons intéressant d'emprunter à l'*Iron Age* la description du système adopté pour obtenir ces résultats.

Quatre laminoirs de ce type ont été construits par la Morgan Construction C° : trois pour la région de Pittsburg, où ils fonctionnent actuellement, et un, en cours d'exécution, pour l'Europe. Les circonstances locales ont d'ailleurs exigé, dans chaque cas, de légères variantes du plan-type, auquel se rapporte la description qui suit.

L'installation se compose (voir figure ci-jointe) de trois parties essentielles : les fours à réchauffer, les laminoirs et la table de refroidissement.

*Fours à réchauffer continus.* — Les fours à réchauffer employés sont des fours continus, imaginés, en 1895, par M. Morgan, et connus sous le nom de « gravity discharge furnace » (fours à déchargement par gravité).

Les billettes, chargées à l'extrémité froide du four, s'avancent à travers des régions de plus en plus chaudes jusqu'à ce qu'elles atteignent le point de température maximum, où, rencontrant une pente rapide, elles tombent une à une, par gravité, sur une table transporteuse. Celle-ci les amène rapidement aux laminoirs dans lesquels elles s'engagent automatiquement pour la première passe.

Ce type de fours continus, chauffés au gaz, réduit, dans de grandes proportions, les frais de réchauffage et les pertes par déchets.

Chacune des billettes subit, en effet, de même façon, l'action de la chaleur et, grâce à la régularité du réchauffage, le métal se trouve ramolli jusqu'au centre. Il se trouve ainsi dans d'excellentes conditions pour subir le laminage après un réchauffage qui semblerait trop faible dans le cas des fours non continus, où l'extérieur de la billette peut commencer à fondre sans que le milieu soit suffisamment ramolli.

L'emploi du gaz pour le réchauffage supprime d'ailleurs les pertes dues à l'action des cendres sur le métal, et l'ouvrier, chargé du service du four, n'a qu'à veiller à ce que l'admission de l'air et du gaz dans le four se fasse dans les proportions voulues.

*Laminoirs.* — Le train de laminoir continu auquel la table transporteuse amène, après réchauffage, la billette qui mesure $0^m10$ sur $0^m10$, réduit la section de cette dernière à 3 centimètres carrés ou plus, si on le désire. Le travail est terminé par un laminoir finisseur, servi à bras, d'où la barre laminée se rend directement sur la table de refroidissement.

*Table de refroidissement.* — Une longue table transporteuse marchant un peu plus vite que les rouleaux finisseurs reçoit la barre finie et l'emmène du laminoir.

Dès que la pièce est sortie de toute sa longueur, une de ses extrémités est fixée dans une pince attachée à un appareil étendeur, actionné par la vapeur, tandis qu'un gamin assujettit l'autre extrémité dans une pince fixe, à position réglable ; ce dispositif sert à rendre la barre bien rectiligne.

L'appareil étendeur et la pince fixe étant placés à côté de la table transporteuse, la traction produit un double résultat : elle redresse la barre et, en même temps, l'éloigne de la table transporteuse.

Lorsqu'on supprime la traction, la barre vient reposer sur une table de refroidissement inclinée, où elle se trouve maintenue rectiligne, parce qu'elle repose dans l'angle formé par les supports inclinés de la table, d'un côté et, de l'autre, par une série de doigts amovibles.

Lorsque la barre suivante est prête à être redressée, on enlève momentanément les doigts précédents, la barre descend de quelques centimètres la pente et se trouve arrêtée par une autre série de doigts ; la place qu'elle occupait est ainsi rendue libre pour la barre suivante.

Les doigts, ou arrêts, dont il vient d'être question, constituent un ensemble actionné par un petit cylindre à vapeur, commandé par un gamin. Les barres descendent ainsi progressivement en se refroidissant, tout en étant toujours maintenus rectilignes.

En atteignant le bas de la pente, les barres sont groupées mécaniquement sur une table étroite horizontale, d'où ces groupes de 10 ou 20 barres sont placés sur une table transporteuse qui les amène à une cisaille à fonctionnement rapide.

Après qu'elles ont été coupées à la longueur voulue, les barres sont chargées directement sur wagons en cas de commandes importantes, ou sur des wagonets qui les emmènent dans les magasins, où s'effectuent les assortiments dans le cas des commandes de barres de types différents.

Installation de laminoir pour le laminage continu des fers et aciers marchands.

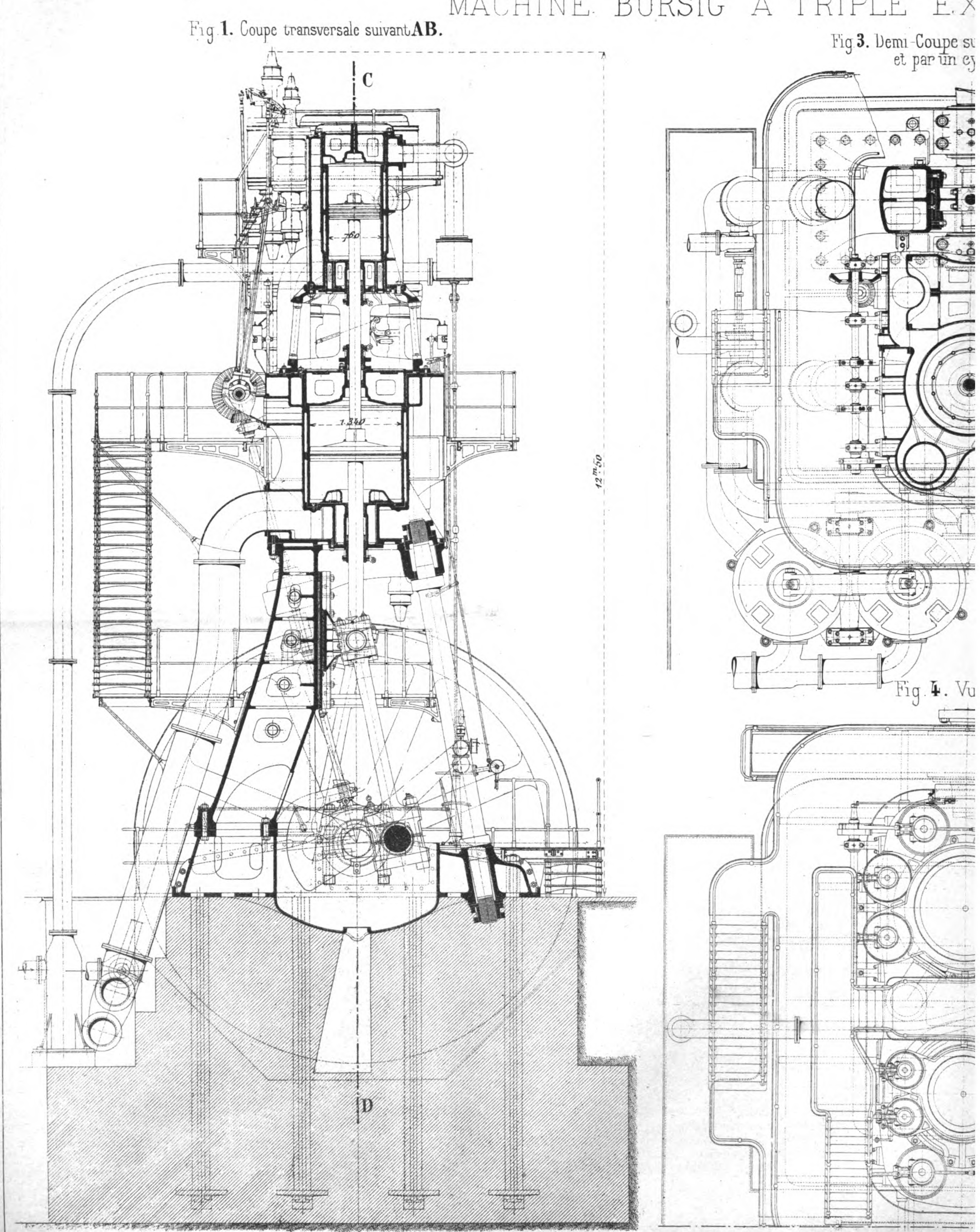
*Avantages du système.* — La consommation de combustible par tonne de métal réchauffé est réduite au minimum, ainsi que la main-d'œuvre nécessaire et les pertes par oxydation.

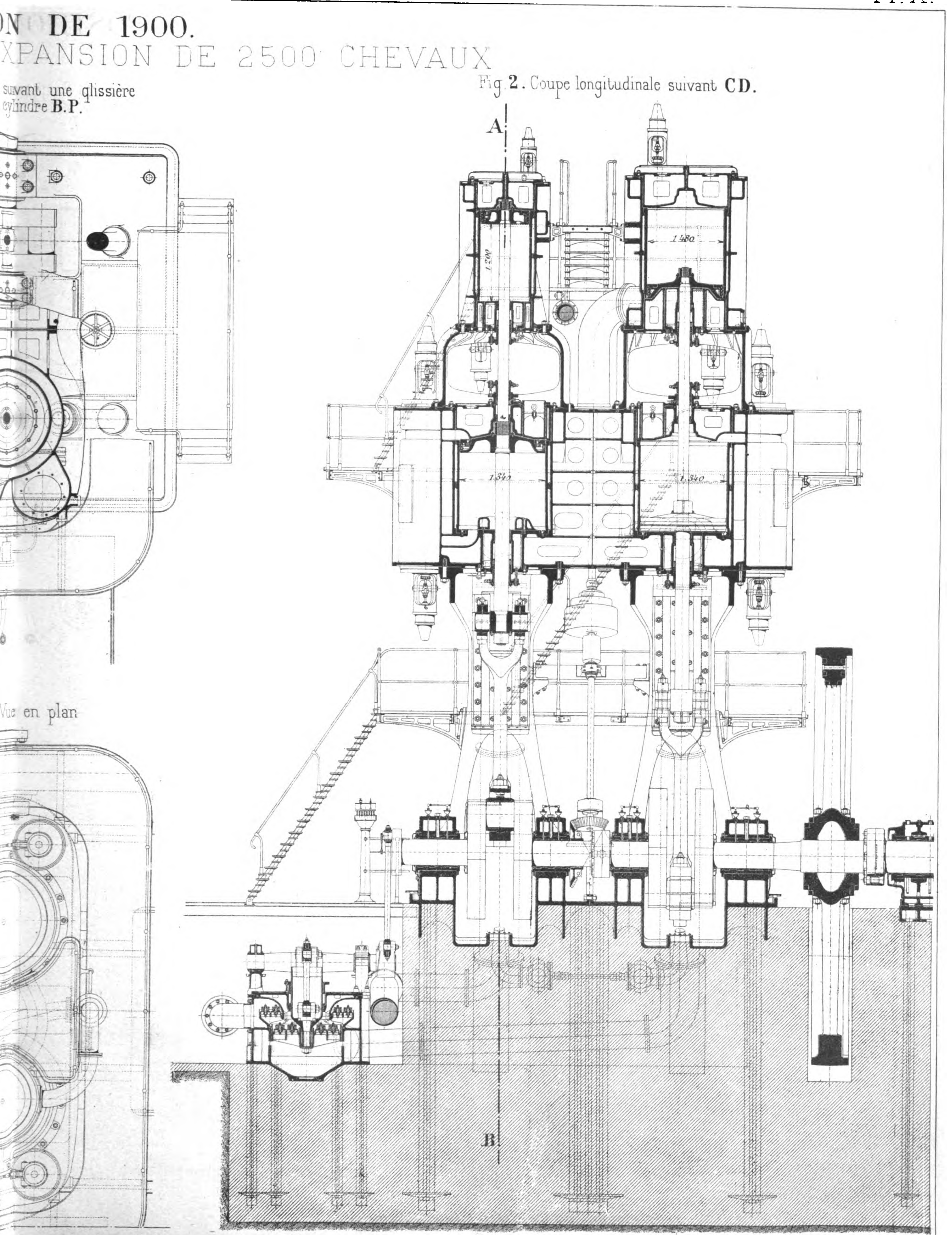
L'emploi d'un laminoir continu pour effectuer la plus grande partie de la diminution de section du métal laminé produit une économie considérable sur la quantité d'énergie consommée ; la section du métal se trouve, en effet, réduite rapidement pendant qu'il est à haute température, et il ne risque pas de se refroidir par un contact prolongé avec le sol de l'usine ou avec l'air ; en même temps l'oxydation du métal est de beaucoup diminuée, le temps pendant lequel il reste exposé à l'air, dans le cas d'un laminoir continu, n'étant qu'environ le cinquième de ce qu'il est d'ordinaire.

Les tables de refroidissement ayant jusqu'à 300 pieds ($91^m45$) de longueur, une installation de ce genre permet de finir des barres de cette dimension, ce qui réduit les déchets provenant des extrémités qu'il faut couper ou des barres qui n'ont plus la longueur voulue, à une faible fraction de ce que ces déchets étaient auparavant.

Ces barres d'acier de grande longueur donnent l'occasion d'observer, pendant qu'elles se refroidissent, un phénomène intéressant. On constate, en effet, qu'elles commencent par se contracter rapidement, puis avec une rapidité moindre, et enfin leur contraction cesse. Quelques secondes après apparaît une dilatation lente, qui bientôt s'accélère, puis s'arrête et est enfin suivie par une contraction finale.

Cette dilatation, pendant le refroidissement, s'élève à $0^m05$ et $0^m075$ pour des barres de plus de 60 mètres de longueur et le mouvement est assez rapide pour être facilement suivi des yeux.


EXPOSITION
MACHINE BORSIG À TRIPLE EX
Fig. 1. Coupe transversale suivant AB.
C
760
1.340
12m50
D
Fig. 3. Demi-Coupe su
et par un cy
Fig. 4. Vu


ON DE 1900.
XPANSION DE 2500 CHEVAUX
suivant une glissière
cylindre B.P.
Fig. 2. Coupe longitudinale suivant CD.
A
B
1.200
1.480
1.340
1.340
Vue en plan
Imp. I. Braun, 56, Rue Rochechouart, Paris.

## LÉGISLATION

### LA QUESTION DES « PRUD'HOMMES EMPLOYÉS »

Les nombreuses propositions, qui ont pour objet d'étendre aux employés la juridiction des Prud'hommes ouvriers ont été suscitées par les critiques que les employés ont émises contre les règles actuelles de la compétence dans leurs contestations avec les patrons.

En cette matière, la compétence est aujourd'hui réglée par l'article 634-1° du Code de commerce, qui dit que l'action du patron contre son commis ou son employé doit être portée devant le Tribunal de commerce.

La loi est muette en ce qui concerne l'action introduite en sens inverse, c'est-à-dire par l'employé contre son patron. Mais il est admis en jurisprudence que l'article 634-1° est à plus forte raison applicable à cette hypothèse ; en effet, le patron fait acte de commerce en engageant l'employé, et, dès lors, il ne peut se plaindre de ce que les contestations relatives à cet engagement sont soumises à la juridiction commerciale, qui est pour lui la juridiction de droit commun. Au surplus, dans le cas où l'employé peut actionner son patron devant le Tribunal de commerce, on admet aussi qu'il peut, s'il le préfère, l'assigner devant le Tribunal civil. Ce droit d'option est fondé sur ce que le contrat de louage de services, commercial pour le patron, est simplement civil de la part de l'employé. Et il est de jurisprudence constante que lorsqu'un acte a ce caractère mixte, à la fois civil et commercial, celle des deux parties, pour laquelle l'acte est de nature civile, a le choix d'assigner l'autre partie, pour laquelle l'acte est de nature commerciale, soit devant le Tribunal civil, soit devant le Tribunal de commerce.

Quant au juge de paix, il n'est pas compétent dans ces contestations entre commerçants et employés de commerce. L'article 5 de la loi du 25 mai 1838 *sur les Justices de Paix* n'est applicable qu'aux contestations entre patrons et « gens de travail » ; or, il fut expliqué, dans les travaux préparatoires de cette loi, que l'expression « gens de travail » ne devait pas comprendre les employés, et notamment les employés de commerce, dont les services sont plutôt d'ordre intellectuel que manuel.

La juridiction actuelle du Conseil des Prud'hommes est également incompétente en cette matière, car l'article 10 du décret du 11 juin 1809 *relatif à la juridiction du Conseil des Prud'hommes*, a bien spécifié, dès l'origine, que cette juridiction serait exclusivement applicable aux contestations entre patrons et *ouvriers*, c'est-à-dire entre patrons et salariés « exerçant un métier manuel » : cette qualification exclut évidemment les employés de commerce.

Donc, il reste acquis qu'aujourd'hui, suivant les lois de la compétence, l'employé demandeur a seulement le choix entre le Tribunal civil et le Tribunal de commerce. Mais la faculté d'agir auprès du Tribunal civil est une faveur peu appréciée en raison des longs délais et des frais importants que cette procédure occasionne. Si bien qu'en fait, l'employé se trouve amené à n'actionner le patron que devant la juridiction commerciale, où les délais sont relativement courts et les dépenses moins onéreuses.

Les plaintes que la corporation des employés a formulées contre cet état de choses consistent essentiellement en ce que le Tribunal de commerce est exclusivement composé de patrons, élus par des patrons, et que cette composition, même en écartant tout soupçon de partialité de la part des juges contre les employés qui se présentent devant eux, est contraire aux principes d'égalité.

Les propositions soumises au Parlement prétendent corriger cette inégalité par des moyens divers.

Par exemple, on a voulu rendre les employés électeurs et éligibles au Tribunal de commerce : les employés élus siégeraient en nombre égal avec les juges patrons pour solutionner les contestations nées du louage de services entre patrons et employés. Il n'y aurait, selon ce système, qu'à créer une section spéciale dans les Tribunaux de commerce actuellement existants.

Mais la plupart des projets de réforme ont plutôt pour objet de faire profiter les employés de la procédure expéditive et économique de la juridiction des Prud'hommes ouvriers.

En ce sens, on a proposé d'instituer au sein de ces Conseils de Prud'hommes une section chargée de régler les différends entre employés et patrons. Cette section serait composée de patrons et d'employés, élus suivant les lois de l'électorat et de l'éligibilité au Conseil de Prud'hommes ouvriers. La procédure resterait la même : il y aurait un bureau de conciliation et un bureau de jugement. Les décisions seraient rendues en dernier ressort jusqu'à 200 francs. L'appel ne serait admis que pour les litiges supérieurs à cette somme ; il serait porté devant le Tribunal de commerce.

Toutefois, le système le plus préconisé consiste dans la création d'une juridiction spéciale qui serait celle des « Prud'hommes employés ». Cette juridiction serait régie par des règles propres. Elles constitueraient un tribunal mixte, composé de juges patrons nommés par les patrons et de juges employés nommés par les employés. Le préliminaire de conciliation y serait obligatoire dans tous les cas. Les jugements seraient rendus en dernier ressort jusqu'à 1500 francs et rendus suivant les formes simples de la procédure admise devant les Conseils de Prud'hommes ouvriers. Au-dessus de 1500 francs, l'affaire serait portée en appel devant la Cour d'appel et jugée suivant la procédure sommaire usitée en matière commerciale. Ainsi la caractéristique de ce système, par comparaison avec l'organisation présente des Prud'hommes ouvriers, est d'élever à 1500 francs la compétence en dernier ressort des Prud'hommes employés et de déférer l'affaire en appel à la Cour d'appel, au lieu de la porter en deuxième ressort devant le Tribunal de commerce qui présente pour les employés le défaut capital de n'être composé que de patrons élus par des patrons.

En l'absence de « Prud'hommes employés » dans le lieu où la contestation devrait être jugée, l'affaire serait soumise au juge de paix du canton, ainsi qu'il en est d'ailleurs pour les contestations entre patrons et ouvriers, lorsqu'aucun décret n'a institué de Conseil de Prud'hommes ouvriers dans la région.

C'est ce projet qui a été voté par la Chambre des Députés à la date du 17 mars 1892, et dont le Sénat est présentement saisi.

Louis RACHOU,
*Docteur en droit,*
*Avocat à la Cour d'Appel de Paris.*

## EXPOSITION DE 1900

### LE JURY DES RÉCOMPENSES

**Liste complémentaire des membres français du Jury.**

Par décret du 22 mai dernier, la liste des Membres français du Jury des récompenses, que nous avons publiée dans les numéros du *Génie Civil* des 19 et 26 mai, doit être complétée par la liste ci-après parue dans le *Journal Officiel* du 23 mai :

Classe 5. — *Suppléant :* M. WÉRY (G.), Ingénieur agronome, directeur des études à l'Institut national agronomique.

Classe 10. — M. PASCAL (Louis), membre de l'Institut (précédemment nommé à la classe 29).

Classe 11. — MM. DURUY (E.), imprimeur typographe, ancien juge au Tribunal de commerce; - LAHURE (A.), imprimeur-éditeur.

Classe 12. — M. DAVANNE (A.), vice-président de la Société française de photographie ; - *Suppléant :* M. BOYER (P.), photographe.

Classe 13. — MM. FLAMMARION (E.), libraire-éditeur ; - OLLENDORFF (P.), libraire-éditeur.

Classe 15. — *Suppléant :* M. BRIAT (E.), secrétaire de la Chambre syndicale des ouvriers en instruments de précision.

Classe 16. — M. TUFFIER (le docteur Th.), professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Classe 17. — M. COUESNON (A.), instruments de musique en cuivre ou en bois.

Classe 19. — *Suppléant :* M. IMBERT (A.), ancien député, ancien président de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers.

Classe 26. — M. RAYMOND (L.), administrateur honoraire des Postes et des Télégraphes.

Classe 28. — M. MOREL (A.), Ingénieur des Arts et Manufactures, président de la Chambre syndicale des matériaux de construction; - *Suppléant:* M. LOISEAU, Ingénieur en chef de la Société de constructions de Levallois-Perret.

Classe 30. — MM. BRETON (J.-L.), député ; - MÜLHBACHER (G.), vice-président de la Chambre syndicale de la carrosserie.

Classe 33. — M. RUEFF (Jules), administrateur délégué des Messageries fluviales de Cochinchine (précédemment nommé à la classe 114).

Classe 35. — M. DECKER-DAVID (P.-H.), député, Ingénieur agronome (précédemment nommé à la classe 38.)

Classe 38. — MM. GROS, vice-président du Conseil supérieur de l'Algérie ; - DE LAGORSSE (J.), Secrétaire général de la Société nationale d'encouragement à l'agriculture.

Classe 39. — M. PRIOU, propriétaire. — *Suppléant :* M. BARIELLE, négociant.

Classe 40. — MM. FOURNOL (P.), député ; - HERSON (A.), ancien président de la Chambre syndicale des beurres, œufs et fromages de Paris ; - LEPELLETIER (Ch.), fabricant de beurres.

Classe 50. — MM. GIRAUX (H.), président du Syndicat des bois à ouvrer ; - REBATTU, administrateur de la Société des lièges de l'Oued-Sultan ; - *Suppléant :* M. LECOEUR, bois à brûler.

Classe 53. — M. BOUCLET (L.), armateur ; - *Suppléant :* M. DE VARIGNY (H.).

Classe 54. — *Suppléant :* M. COUTURIEUX (Ch.), ancien chef de laboratoire des hôpitaux de Paris.

Classe 55. — MM. CARPENTIER (H.), installation de brasseries ; - DURIN (E.), secrétaire général du Syndicat des distillateurs industriels de France ; - *Suppléants :* MM. COLSON-BLANCHE (A.), président du Syndicat de la meunerie française ; - DE RICQLÈS (H.), alcool de menthe.

**Classe 56.** — MM. Cornaille (G.), minotier, président de la Chambre de commerce de Cambrai; - Lavie (Alf.), minotier à Constantine.

**Classe 58.** — M. Labbé (A.), denrées alimentaires (maison Félix Potin).

**Classe 60.** — MM. Besson-Perrault, propriétaire viticulteur; - Bruneton (F.), viticulteur, président du Syndicat agricole du Gard; - Génie (J.), membre du Tribunal de commerce de Carcassonne; - Régnier (Th.), ancien président du Tribunal de commerce de Dijon; - Thuillier (H.), conseiller général. — *Suppléants :* MM. Croizet (L.), eaux-de-vie; - Ferrer (L.), président de la Société agricole des Pyrénées-Orientales; - Frette, membre de la Chambre de commerce d'Oran; - Gaud (J.), président de la Chambre syndicale des représentants en vins et spiritueux; - Levillain (A.), président honoraire du Syndicat national du commerce en gros des vins, spiritueux et liqueurs.

**Classe 61.** — MM. Marnier-Lapostolle (A.), distillateur; - Picou (G.), distillateur; - Villegoureix, distillateur à Limoges. — *Suppléants :* MM. Bertrand, distillateur, juge au Tribunal de commerce de Constantine; - Girard (Arthur), eaux-de-vie de marc.

**Classe 62.** — M. d'Avenel (vicomte G.), président de la Chambre syndicale des négociants fabricants de cidre de l'Ouest.

**Classe 63.** — M. Caulry, Ingénieur des Mines.

**Classe 64.** — MM. Lodin (A.), professeur du cours de métallurgie à l'École nationale supérieure des Mines; - Vésier, administrateur de la Compagnie française des métaux. — *Suppléant :* M. Raty (F.), directeur général de la Société des hauts fourneaux, forges et fonderies de Maubeuge.

**Classe 65.** — M. Gérard (A.), administrateur délégué des boulonneries de Bogny-Braux. — *Suppléant :* M. Grodet (E.), appareils de bains et de chauffage.

**Classe 66.** — M. Aubrun (P.), juge au Tribunal de commerce de la Seine.

**Classe 67.** — M. Champigneulle (C.), vitraux.

**Classe 71.** — M. Natanson (A.), publiciste.

**Classe 73.** — *Suppléant :* M. Despret (G.), directeur général de la Compagnie des glaces de Jeumont.

**Classe 74.** — M. Lévy (A.), Ingénieur chef du service des travaux mécaniques à la Compagnie parisienne du gaz.

**Classe 79.** — M. Cogne, président du Tribunal de commerce de Saint-Quentin (précédemment nommé à la classe 84).

**Classe 82.** — MM. Allard (L.), peignage mécanique de laines; - Marteau (C.), Ingénieur des Arts et Manufactures, président de la Société industrielle de Reims. — *Suppléants :* MM. Reymond (E.), manufacturier, président du Tribunal de commerce de Vienne (Isère); - Stackler (J.), manufacturier, membre de la Chambre de commerce de Sedan.

**Classe 83.** — MM. Boucharlat (A.), soieries; - Giraud (G.), filature et moulinage; - Wies (J.), soieries.

**Classe 84.** — M. Sébastien (G.), guipures. — *Suppléant :* M. Noirot-Biais, dorures, passementeries or et argent.

**Classe 85.** — M. Ducher (H.), tailleur militaire. — *Suppléant :* M. Kahn (P.), vêtements en gros.

**Classe 86.** — MM. Cornevot (A.), président de la Chambre syndicale de la chaussure en gros; - Falcimaigne (C.), président de l'ancienne Chambre syndicale des fabricants de parapluies; - Laloue (A.), président de la Chambre syndicale des fleurs et plumes; - Leprince (D.), vice-président de la Chambre syndicale de la passementerie, (précédemment nommé à la classe 84). — *Suppléants :* MM. Corbière (E.), lingerie et confections; - Lafon (J.), président de la Chambre syndicale de la ganterie; - Mouilbau (J.), caoutchouc et tissus élastiques.

**Classe 87.** — MM. Haller (A.), professeur à la Faculté des sciences de Paris; - Suilliot (H.), produits chimiques.

**Classe 89.** — M. Perrin (A.), président du Syndicat de l'industrie des cuirs et peaux de Lyon.

**Classe 91.** — M. Méelia (M.), manufacture de tabacs à Alger.

**Classe 92.** — M. Blancan (C.), enveloppes de lettres (en remplacement de M. Poure, dont la nomination est rapportée). — *Suppléant :* M. Darras (C.), papeterie, impressions (maison Fortin et C^ie^).

**Classe 94.** — *Suppléant :* M. Coupri (Eugène), président du Syndicat de l'Union artistique des sculpteurs-modeleurs.

**Classe 95.** — *Suppléants :* MM. Coulon (L.), joaillerie; - Rouzé (G.), vice-président de la Chambre syndicale de la bijouterie-imitation.

**Classe 96.** — MM. Ecalle, horlogerie; - Borrel, horlogerie électrique.

**Classe 97.** — M. Guimet, produits chimiques.

**Classe 98.** — MM. Pitet aîné (Ch.), brosses et pinceaux; - Quentin (A.-L.), président de la Chambre syndicale de la tabletterie et de l'éventail.

**Classe 99.** — *Suppléant :* M. Falconnet (H.), Ingénieur des Arts et Manufactures; caoutchouc, gutta-percha.

**Classe 101.** — M. Durassier (Léon), Ingénieur civil des Mines.

**Classe 102.** — M. Goffinon (E.), vice-président de la Société de participation aux bénéfices.

**Classe 103.** — M. Dévillette (E.), président de la Chambre syndicale des entrepreneurs de maçonnerie; - de Seilhac (le comte L.), délégué permanent du Musée social; - Plassart (J.), administrateur du Crédit foncier de France. — *Suppléant :* M. Vervelle (E.), président du Syndicat des voyageurs et représentants de commerce.

**Classe 104.** — MM. Chevallier (E.), député, maître de conférences à l'Institut national agronomique; - de Rocquigny du Fayel (le comte R.), membre du conseil de l'Union centrale des syndicats agricoles.

**Classe 106.** — M. Lebon (M.), ancien député, président de la Société rouennaise des habitations à bon marché. — *Suppléant :* M. Janet (C.), Ingénieur des Arts et Manufactures.

**Classe 107.** — MM. Navarre (E.), président de la Compagnie des administrateurs de sociétés près le Tribunal de commerce de la Seine; - Thézard (G.), président honoraire de la mutualité commerciale.

**Classe 108.** — MM. Lami (E.-O.), publiciste; - Schmoll (E.), publiciste.

**Classe 109.** — MM. Barberet (J.-J.), chef du bureau des institutions de prévoyance au Ministère de l'Intérieur; - Chaufton (A.), avocat au Conseil d'État et à la Cour de cassation; - Hébrard (J.), président de la fédération mutualiste de Tarn-et-Garonne.

**Classe 111.** — M. de Neuflize (le baron J.), président du Conseil d'administration de la Société des eaux d'Évian-les-Bains.

**Classe 112.** — MM. Mourier (Ch.), maître des requêtes au Conseil d'État; - Péan de Saint-Gilles (A.), notaire honoraire.

**Classe 113.** — M. Henrique-Duluc (L.), député de la Guyane. — *Suppléant :* M. Delacre (L.), négociant commissionnaire.

**Classe 114.** — MM. Rueff (L.), Ingénieur civil (en remplacement de M. Rueff, (J.), qui passe à la classe 33); - Vivien (P.), avocat, directeur de la *Revue des colonies et des pays de protectorat.*

**Classe 115.** — MM. Mager (H.), membre du Conseil supérieur des Colonies; - Watine (A.), membre de la Chambre de commerce de Roubaix.

**Classe 116.** — M. Chabbert (G.), sous-chef de bureau au Ministère de la Guerre.

---

### Bureaux des Jurys.

Les membres du Jury des récompenses à l'Exposition de 1900 (1) viennent de constituer leurs bureaux de la façon suivante :

#### GROUPE I. — Éducation et Enseignement.

**Classe 1.** — *Éducation de l'enfant. — Enseignement primaire. — Enseignement des adultes.* — Président : M. Bourgeois; - Rapporteur : M. Leblanc; - Secrétaire : M. Baudrillart.

**Classe 2.** — *Enseignement secondaire.* — Président : M. Schwarz *(Russie)*; - Vice-Président : M. Sée; - Rapporteur : M. Lemonnier; - Secrétaire, M. Mangin.

**Classe 3.** — *Enseignement supérieur. — Institutions scientifiques.* — Président : M. Bornet; - Vice-Président : M. Garcia *(Portugal)*; - Rapporteur : M. Taylor *(États-Unis)*; - Secrétaire : Péchenard (l'abbé).

**Classe 4.** — *Enseignement spécial artistique.* — Président : M. Chipiez; - Vice-Président : M. Odsliachi *(Italie)*; — Secrétaire : M. Crost.

**Classe 5.** — *Enseignement spécial agricole.* — Président : Risler; - Vice-Président : M. Bela de Formay *(Hongrie)*; - Rapporteur : M. Dabat; - Secrétaire : M. Wéry (Georges).

**Classe 6.** — *Enseignement spécial industriel et commercial.* — Président : M. Bouquet; - Vice-Président : M. Sonnenfeld *(Hongrie)*; - Rapporteur : M. Jacquemart; - Secrétaire : M. Duvignau de Lanneau.

#### GROUPE II. — Œuvres d'art.

**Classe 7.** — *Peinture, Cartons, Dessins.* — Président : M. Gérome; - Vice-Président : M. Davis *(Grande-Bretagne)*; - Rapporteur : M. Larroumet; - Secrétaire : M. de Fourcaud.

**Classe 8.** — *Gravure et lithographie.* — Président : M. Béraldi; - Vice-Président : M. Jacoby *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. Geffroy; - Secrétaire : M. Bouchot.

**Classe 9.** — *Sculpture et gravure en médailles et sur pierres fines.* — Président : M. Guillaume; - Vice-Président : M. Tolstoï (comte) *(Russie)*; - Rapporteur : M. Gille; - Secrétaire : M. Boisseau.

**Classe 10.** — *Architecture.* — Président : M. Vaudremer; - Vice-Président : M. Cuypers *(Pays-Bas)*; - Rapporteur : M. Pascal; - Secrétaire : M. Mayeux.

#### GROUPE III. — Instruments et procédés généraux des lettres, des sciences et des arts.

**Classe 11.** — *Typographie. — Impressions diverses.* — Président : M. Chamerot; - Vice-Président : M. Buexenstein *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. Lahure; - Secrétaire : M. Duruy.

**Classe 12.** — *Photographie.* — Président : M. Davanne; - Vice-Président : M. Eder *(Autriche)*; - Rapporteur : M. Vidal; - Secrétaire : M. Pricam *(Suisse)*.

**Classe 13.** — *Librairie. — Éditions musicales. — Reliure (Matériel et produits). - Journaux. — Affiches.* — Président : M. H. Belin; - Vice-Président : M. Zech-Dubiez *(Belgique)*; - Rapporteur : M. Mainguet; - Secrétaire : M. P. Masson.

**Classe 14.** — *Cartes et appareils de géographie et de cosmographie. — Topographie.* — Président : M. Bouquet de la Grye; - Vice-Président : M. le major Helt *(Suisse)*; - Rapporteur : M. Héraud; - Secrétaire : M. Guy.

**Classe 15.** — *Instruments de précision. — Monnaies et Médailles.* — Président : M. Laussedat (le colonel); - Vice-Président : M. de Westphal *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. Pellat; - Secrétaire : M. Sudre.

**Classe 16.** — *Médecine et chirurgie.* — Président : M. Pinard; - Vice-Président : M. de Christmas *(Danemark)*; - Rapporteur : M. Tuffier; - Secrétaire : M. Leclerc.

**Classe 17.** — *Instruments de musique.* — Président : M. Lyon; - Vice-Président : M. Ehrbar *(Autriche)*; - Rapporteur : M. de Bricqueville; - Secrétaire : M. Acoulon.

**Classe 18.** — *Matériel de l'art théâtral.* — Président : M. Gailhard; - Vice-Président : M. Adams *(États-Unis)*; - Rapporteur : M. Reynaud; - Secrétaire, M. Baillet.

---

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 3, p. 43 et n° 4, p. 63.

GROUPE IV. — **Matériel et procédés généraux de la mécanique.**

**Classe 19.** — *Machines à vapeur.* — Président : M. HIRSCH ; - Vice-Président : M. LANTZ *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. WALCKENAER ; - Secrétaire : M. COMPÈRE.

**Classe 20.** — *Machines motrices diverses.* — Président : M. PRAZIE *(Suisse)*; - Vice-Président : M. LE BLANC ; - Rapporteur : M. FIRMINHAC ; - Secrétaire : M. BRULÉ.

**Classe 21.** — *Appareils divers de la mécanique générale.* — Président : M. LÉAUTÉ ; - Rapporteur : M. L. MASSON ; - Secrétaire : M. P. RICHEMOND.

**Classe 22.** — *Machines-outils.* — Président : M. BARIQUAND ; - Vice-Président : M. DRAKE *(États-Unis)*; - Rapporteur : M. MASSELON ; - Secrétaire : M. RUMPF *(Belgique)*.

GROUPE V. — **Électricité.**

**Classe 23.** — *Production et utilisation mécaniques de l'électricité.* — Président : M. TURRETINI *(Suisse)* ; - Vice-Président : M. MONNIER ; - Rapporteur : M. HOSPITALIER ; - Secrétaire : M. HILLAIRET.

**Classe 24.** — *Électrochimie.* — Président : M. MOISSAN ; - Vice-Président : M. GÉRARD (Eric) *(Belgique)*; - Rapporteur : M. BECQUEREL ; - Secrétaire : M. ETARD.

**Classe 25.** — *Éclairage électrique.* — Président : M. FONTAINE ; - Vice-Président : M. HERRING *(États-Unis)*; - Rapporteur : M. JANET ; - Secrétaire : M. JOSSE.

**Classe 26.** — *Télégraphie et téléphonie.* — Président : M. RAYMOND ; - Vice-Président : M. KOLVIG *(Danemark)* ; - Rapporteur : M. SELIGMANN-LUI ; - Secrétaire : M. CHAMPION DE NANSOUTY.

**Classe 27.** — *Applications diverses de l'électricité.* — Président : M. D'ARSONVAL ; - Vice-Président : M. HARTMANN *(Allemagne)* ; - Rapporteur : M. CHAPERON ; - Secrétaire : M. SARTIAUX.

GROUPE VI. — **Génie civil. — Moyens de transport.**

**Classe 28.** — *Matériaux, matériel et procédés du Génie civil.* — Président : M. GUILLOTIN ; - Vice-Président : M. DE SOUZA *(Portugal)*; - Rapporteur : M. DEBRAY ; - Secrétaire : M. MOREL.

**Classe 29.** — *Modèles, plans et dessins de travaux publics.* — Président : M. GUILLAIN ; - Vice-Président : M. KRUMMER *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. DE DARTEIN ; - Secrétaire : M. G. TRÉLAT.

**Classe 30.** — *Carrosserie et Charronnage.* — Président : M. COTTENET ; - Vice-Président : M. HOWARD *(États-Unis)*; - Rapporteur : M. FORESTIER ; - Secrétaire : M. CLÉMENT.

**Classe 31.** — *Sellerie et bourrellerie.* — Président : M. SAVOY ; - Vice-Président : M. MIDLENORE *(Grande-Bretagne)*; - Rapporteur : M. LASNE ; - Secrétaire : M. COPEAU.

**Classe 32.** — *Matériel des chemins de fer et tramways.* — Président : M. LETHIER ; - Vice-Président : M. LUDWIGH *(Hongrie)*; - Rapporteur : M. SALOMON ; - Secrétaire : M. COLIN.

**Classe 33.** — *Matériel de la navigation de commerce.* — Président : M. LEFÈVRE-PONTALIS ; - Vice-Président : M. ELGARD *(Grande-Bretagne)*; - Rapporteur : M. ESTIER ; - Secrétaire : M. ARMAN DE CAILLAVET.

**Classe 34.** — *Aérostation.* — Président : M. DECAUVILLE ; - Vice-Président : M. PONVORTZEFF *(Russie)*; - Rapporteur : M. RENARD ; - Secrétaire : M. LACHAMBRE.

GROUPE VII. — **Agriculture.**

**Classe 35.** — *Matériel et procédés des exploitations rurales.* — Président : M. LAVALARD ; - Vice-Président : M. KUNTH *(Danemark)*; - Rapporteur : M. HIDIEN ; - Secrétaire : M. BAJAC.

**Classe 36.** — *Matériel et procédés de la viticulture.* — Président : M. VIALA ; - Vice-Président : M. MULLER *(Suisse)* ; - Rapporteur : M. SAINT-RENÉ TAILLANDIER ; - Secrétaire : M. CAZELLES.

**Classe 37.** — *Matériel et procédés des industries agricoles.* — Président : M. RONNA ; - Vice-Président : M. ENGSTRÖM *(Suède)*; - Rapporteur : M. LINDET ; - Secrétaire : M. RANDOING.

**Classe 38.** — *Agronomie, statistique agricole.* — Président : M. TISSERAND ; - Vice-Président : M. DE HOHENBRUCK *(Autriche)* ; - Rapporteur : M. GRANDEAU ; - Secrétaire : M. WILLIAMS *(Russie)*.

**Classe 39.** — *Produits agricoles alimentaires d'origine végétale.* — Président : M. JONNART ; - Vice-Président : M. PORCAR Y RIUDOR *(Espagne)*; - Rapporteur : M. HÉLOT ; - Secrétaire : M. HIRSCH.

**Classe 40.** — *Produits agricoles alimentaires d'origine animale.* — Président : M. LEGLUDIC ; - Vice-Président : M. BLAGINE *(Russie)*; - Rapporteur : M. RIPERT ; - Secrétaire : M. HERSON.

**Classe 41.** — *Produits agricoles non alimentaires.* — Président : M. DEVELLE ; - Vice-Président : M. DODGE *(États-Unis)*.

**Classe 42.** — *Insectes nuisibles et leurs produits. — Insectes nuisibles et végétaux parasitaires.* — Président : M. PRILLIEUX ; - Vice-Président : M. DE MADAY *(Hongrie)*.

GROUPE VIII. — **Horticulture et Arboriculture.**

**Classe 43.** — *Matériel et procédés de l'horticulture et de l'arboriculture.* — Président : M. VIGER ; - Vice-Président : M. FRANCIS *(États-Unis)*; - Rapporteur : M. CHAURÉ ; - Secrétaire : M. CHATENAY.

**Classe 44.** — *Plantes potagères.* — Président : M. NIOLET ; - Vice-Président : M. SCALARAUDI *(Italie)*; - Rapporteur : M. DELAHAYE ; - Secrétaire : M. HÉBRARD.

**Classe 45.** — *Arbres fruitiers et fruits.* — Président : M. BALTET ; - Vice-Président : M. KAULAKOFF *(Russie)*; - Rapporteur : M. LEROY ; - Secrétaire : M. LOISEAU.

**Classe 46.** — *Arbres, arbustes, plantes et fleurs d'ornement.* — Président : M. LÉVÊQUE ; - Vice-Président : M. JURISSEN *(Pays-Bas)*; - Rapporteur : M. MARTINET ; - Secrétaire : M. SALLIER.

**Classe 47.** — *Plantes de serre.* — Président : M. DOIN ; - Vice-Président : M. LACKNER *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. DE LA DEVANSAYE ; - Secrétaire : M. BERGMANN.

**Classe 48.** — *Graines, semences et plants de l'horticulture et des pépinières.* — Président : M. MUSSAT ; - Vice-Président : M. LAUCHE *(Autriche)*; - Rapporteur : M. LECLERC ; - Secrétaire : M. LEFÈVRE.

GROUPE IX. — **Forêts, chasse, pêche, cueillettes.**

**Classe 49.** — *Matériel et procédés des exploitations des industries forestières.* — Président : M. ZURLINDEN ; - Vice-Président : M. KERN *(Russie)*; - Rapporteur : M. BARBIER ; - Secrétaire : M. WANG *(Autriche)*.

**Classe 50.** — *Produits des exploitations et des industries forestières.* — Président : M. OUVRÉ ; - Vice-Président : M. NORDLING *(Suède)*; - Rapporteur : M. VOELCKEL ; - Secrétaire : M. BOUET-MAURY *(Bulgarie)*.

**Classe 51.** — *Armes de chasse.* — Président : M. FAURÉ-LEPAGE ; - Vice-Président : M. POLAIN *(Belgique)*; - Rapporteur : M. GASTINNE-RENETTE ; - Secrétaire : M. LÉTRANGE.

**Classe 52.** — *Produits de la chasse.* — Président : M. GOY ; - Vice-Président : M. DE GREVENKOP-CASTENKIELD *(Danemark)*; - Rapporteur : M. REVILLON ; - Secrétaire : M. LAURENT.

**Classe 53.** — *Engins, instruments et produits de la pêche. — Aquiculture.* — Président : M. GERVILLE-RÉACHE ; - Vice-Président : M. WESTERGAARD *(Norwège)*; - Rapporteur : M. PERRIER ; - Secrétaire : M. FALCO.

**Classe 54.** — *Engins, instruments et produits des cueillettes.* — Président : M. DUBOIS ; - Vice-Président : M. DE LA ROCHECOUSTE *(Grande-Bretagne)*; - Rapporteur : M. COIRRE ; - Secrétaire : M. COUTURIEUX.

GROUPE X. — **Aliments.**

**Classe 55.** — *Matériel et procédés des industries alimentaires.* — Président : M. BOIRE ; - Vice-Président : M. WERNER *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. RAGOT ; - Secrétaire : M. DURIN.

**Classe 56.** — *Produits farineux et leurs dérivés.* — Président : M. WAY ; - Vice-Président : M. PECKHART *(Hongrie)*; - Rapporteur : M. REGNAULT-DESROZIERS ; - Secrétaire : M. CHAMBEYRON.

**Classe 57.** — *Produits de la boulangerie et de la pâtisserie.* — Président : M. CORNET ; - Vice-Président : M. HULEU *(Belgique)*; - Rapporteur : M. ESTIEU ; - Secrétaire : M. WALTER.

**Classe 58.** — *Conserves de viandes, de poissons, de légumes et de fruits.* — Président : M. PRÉVET ; - Vice-Président : M. SCHWEIZER *(États-Unis)*; - Rapporteur : M. RÖDEL ; - Secrétaire : M. CAHEN.

**Classe 59.** — *Sucres et produits de la confiserie, condiments et stimulants.* — Président : M. MACHEREZ ; - Vice-Président : M. DE VILLALOBAR *(Espagne)*; - Rapporteur : M. DERODE ; - Secrétaire : M. MOQUET-LESAGE.

**Classe 60.** — *Produits alimentaires d'origine viticole, vins et eaux-de-vie de vins.* — Président : M. KESTER ; - Vice-Président : M. GALITZINE (le prince) *(Russie)*; - Rapporteur : M. LE SOURD ; - Secrétaire : M. CHANDON DE BRIAILLES.

**Classe 61.** — *Sirops et liqueurs, spiritueux divers, alcools d'industrie.* — Président : M. CUSENIER ; - Vice-Président : M. DEL SALTO *(Espagne)*.

**Classe 62.** — *Boissons diverses.* — M. BERTRAND-OSER ; - Vice-Président : M. DEBŒK *(Belgique)*.

GROUPE XI. — **Mines et métallurgie.**

**Classe 63.** — *Exploitation des mines, minières et carrières. (Matériel, procédés et produits).* — Président : M. DARCY ; - Vice-Président : M. PELLATI *(Italie)*; - Rapporteur : M. DE CURIÈRES DE CASTELNAU ; - Secrétaire : M. BOYER.

**Classe 64.** — *Grosse métallurgie (Matériel, procédés et produits).* — Président : M. DE NERVO (le baron) ; - Vice-Président : M. TCHERNOFF *(Russie)*; - Rapporteur : M. LODIN ; - Secrétaire M. ARBEL.

**Classe 65.** — *Petite métallurgie.* — Président : M. PINARD ; - Vice-Président : M. WAHLBERG *(Suède)*; - Rapporteur : M. DUFRÈNE ; - Secrétaire : M. CAZAUBON.

GROUPE XII. — **Décoration et mobilier des édifices publics et des habitations.**

**Classe 66.** — *Décoration fixe des édifices publics et des habitations.* — Président : M. G. BERGER ; - Vice-Président : M. FIX *(Autriche)*; - Rapporteur : M. ALEXANDRE ; - Secrétaire : M. BOURGAUX.

**Classe 67.** — *Vitraux.* — Président : M. MAGNE ; - Vice-Président : M. BENOITS *(Russie)*.

**Classe 68.** — *Papiers peints.* — Président : M. GILLOU ; - Vice-Président : M. GRAUL *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. PETITJEAN ; - Secrétaire : M. EVETTE.

**Classe 69.** — *Meubles à bon marché et meubles de luxe.* — Président : M. CHEVRIE ; - Vice-Président : M. DOUALDSON *(Grande-Bretagne)*; - Rapporteur : M. POL-NEVEUX ; - Secrétaire : M. ROUX.

**Classe 70.** — *Tapis, tapisseries et autres tissus d'ameublement (Matériel, procédés, produits).* — Président : M. LEGRAND ; - Vice-Président : M. BOGH *(Norwège)*; - Rapporteur : M. LEBORGNE ; - Secrétaire : M. CHANÉE.

**Classe 71.** — *Décoration mobile et ouvrages de tapissiers. Décoration extérieure de la rue.* — Président : M. JOURDAIN ; - Vice-Président : M. GALLEGO DE RIVADULLA *(Espagne)*; - Rapporteur : M. JEANSELME ; - Secrétaire : M. RÉMON.

**Classe 72.** — *Céramique.* — Président : M. HACHE ; - Vice-Président : M. KROHN *(Danemark)*; - Rapporteur : M. VOGT ; - Secrétaire : M. METZ.

**Classe 73.** — *Cristaux et verreries.* — Président : M. APPERT ; - Vice-Président : M. REICH *(Autriche)*; - Rapporteur : M. HOUTART ; - Secrétaire : M. HARANT.

**Classe 74.** — *Appareils et procédés du chauffage et de la ventilation.* — Président : M. PIET ; - Vice-Président : M. GIBSON *(Suède)*; - Rapporteur : M. D'ANTHONAY ; - Secrétaire : M. LÉVY.

**Classe 75.** — *Appareils et procédés d'éclairage non électrique.* — Président : M. Bengel; Vice-Président : M. des Gouttes *(Suisse)*; - Rapporteur : M. Luchaire; - Secrétaire : M. Marx.

GROUPE XIII. — **Fils, tissus, vêtements.**

**Classe 76.** — *Matériel et procédés de la filature et de la corderie.* — Président : M. Fougeirol; - Vice-Président : M. Escher *(Suisse)*; - Rapporteur : M. Imbs; - Secrétaire : M. Simon.

**Classe 77.** — *Matériel et procédés de la fabrication des tissus.* — Président : M. Denis; - Vice-Président : M. Beaumont *(Grande-Bretagne)*; — Rapporteur : M. Danzer; - Secrétaire : M. Waddington.

**Classe 78.** — *Matériel et procédés du blanchiment, de la teinture, de l'impression et de l'apprêt des matières textiles et leurs divers états.* — Président : M. Lederlin; - Vice-Président : M. Melen *(Belgique)*; - Rapporteur : M. Prud'homme; - Secrétaire : M. Jolly.

**Classe 79.** — *Matériel et procédés de la couture et de la fabrication de l'habillement.* — Président : M. Hautin; - Vice-Président : M. Gebauer *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. Stasse.

**Classe 80.** — *Fils et tissus de coton.* — Président : M. Ponnier; - Vice-Président : M. de Kubinzky *(Autriche)*; - Rapporteur : M. Déchelette; - Secrétaire : M. Motte.

**Classe 81.** — *Fils et tissus de lin, de chanvre. — Produits de la corderie.* — Président : M. Saint; - Vice-Président : M. Siegl *(Autriche)*; — Rapporteur : M. Faucheur; - Secrétaire : M. Denfux.

**Classe 82.** — *Fils et tissus de laine.* — Président : M. Balsan; - Vice-Président : M. Verkhovtzov *(Russie)*; - Rapporteur : M. Marteau; - Secrétaire : M. Seydoux.

**Classe 83.** — *Soies et tissus de soie.* — Président : M. Chabrières; — Vice-Président : M. Schultz *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. Piotet; - Secrétaire : M. Brosst.

**Classe 84.** — *Dentelles, broderie, passementerie.* — Président : M. Ancelot; — Vice-Président : M. de Nos *(Espagne)*; - Rapporteur : M. Hénon; - Secrétaire : M. Noirot-Blais.

**Classe 85.** — *Industrie de la confection et de la couture pour hommes, femmes et enfants.* — Président : M. Worth; - Vice-Président : M. Grunwaldt *(Russie)*; - Rapporteur : M. Storch.

**Classe 86.** — *Industries diverses du vêtement.* — Président : M. Muzet; - Vice-Président : M. Seminario *(Équateur)*; - Rapporteur : M. Hayem; - Secrétaire : M. Mortier.

GROUPE XIV. — **Industries chimiques.**

**Classe 87.** — *Arts chimiques et pharmacie.* — Président : M. Troost; - Vice-Président : M. Mendeleeff *(Russie)*; - Rapporteur : M. Haller; - Secrétaire : M. Lefebvre.

**Classe 88.** — *Fabrication du papier.* — Président : M. Laroche-Joubert; - Vice-Président : M. Bennetti *(Italie)*; - Rapporteur : M. Blanchet; - Secrétaire : M. de Montgolfier.

**Classe 89.** — *Cuirs et peaux.* — Président : M. Poullain; - Vice-Président : M. Suess *(Autriche)*; - Rapporteur : M. Peltereau; - Secrétaire : M. Jossier.

**Classe 90.** — *Parfumerie.* — Président : M. Prot; - Vice-Président : M. Leichner *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. Piver; - Secrétaire : M. Darrasse.

**Classe 91.** — *Manufactures de tabac et d'allumettes chimiques.* — Président : M. Brunet; - Vice-Président : M. Tedeschi *(Serbie)*; - Rapporteur : M. Bardot; - Secrétaire : M. Alvarez *(États-Unis)*.

GROUPE XV. — **Industries diverses.**

**Classe 92.** — *Papeterie.* — Président : M. Putois; - Vice-Président : M. Piggott *(Grande-Bretagne)*; - Rapporteur : M. Blancan; - Secrétaire : M. Wolff.

**Classe 93.** — *Coutellerie.* — Président : M. Cardeilhac; - Vice-Président : M. Jeusen *(Suède)*; - Rapporteur : M. Thinet; - Secrétaire : M. Pagé.

**Classe 94.** — *Orfèvrerie.* — Président : M. Boulhet; - Vice-Président : M. Hoddenspyl *(États-Unis)*; - Rapporteur : M. Armand Calliat; - Secrétaire : M. Debain.

**Classe 95.** — *Joaillerie-bijouterie.* — Président : M. Aucoc; - Vice-Président : M. Lueders *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. Soufflot; - Secrétaire : M. Murat.

**Classe 96.** — *Horlogerie (Matériel, procedes et produits).* — Président : M. Rodanet; - Vice-Président : M. David-Perret *(Suisse)*; - Rapporteur : M. Garnier; - Secrétaire : M. Ecalle.

**Classe 97.** — *Bronze, fonte et ferronnerie d'art. — Zinc d'art. — Métaux repoussés.* — Président : M. Thiébaut; - Vice-Président : M. de Zécheny *(Hongrie)*; - Rapporteur : M. Vian; - Secrétaire : M. Susse.

**Classe 98.** — *Brosserie, maroquinerie, tabletterie et vannerie (Matériel, procédés et produits).* — Président : M. Dupont; - Vice-Président : M. Van Oye *(Belgique)*; - Rapporteur : - M. Amson; - Secrétaire : M. Pitet.

**Classe 99.** — *Industrie du caoutchouc et de la gutta-percha. Objets de voyage et de campement.* — Président : M. Sriber; - Vice-Président : M. Hardin *(Russie)*; - Rapporteur : M. Chapel; - Secrétaire : M. Lamy-Torrillon.

**Classe 100.** — *Bimbeloterie.* — Président : M. Chauvin; - Vice-Président : M. Dihlmann *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. L. Claretie; - Secrétaire : M. Lefèvre.

GROUPE XVI. — **Économie sociale, hygiène, assistance publique.**

**Classe 101.** — *Apprentissage, protection de l'enfance ouvrière.* — Président : M. Raffalowich *(Russie)*; - Vice-Président : M. Bérard; - Rapporteur : M. Durassier; - Secrétaire : M. Robiquet.

**Classe 102.** — *Rémunération du travail, participation aux bénéfices.* — Président : M. Maruéjouls; - Vice-Président : M. Van Marken *(Pays-Bas)*; Rapporteur : M. Trombert; - Secrétaire : M. Hussenot de Senonges.

**Classe 103.** — *Grande et petite industrie. — Associations coopératives de production ou de crédit. — Syndicats professionnels.* — Président : M. Ribot; - Vice-Président : M. Gualtiera *(Italie)*; - Rapporteur : M. Fontaine; - Secrétaire : M. de Seilhac.

**Classe 104.** — *Grande et petite culture. — Syndicats agricoles. — Crédit agricole.* — Président : M. Méline; - Vice-Président : M. Cantacuzène *(Roumanie)*; - Rapporteur : M. Chevallier; - Secrétaire : M. de Rocquigny.

**Classe 105.** — *Sécurité des ateliers. — Réglementation du travail.* — Président : M. Linder; - Vice-Président : M. Zacher *(Allemagne)*; - Rapporteur : M. Sabatier; - Secrétaire : M. Crété.

**Classe 106.** — *Habitations ouvrières.* — Président : M. Siegfried; - Vice-Président : M. Sœnens *(Belgique)*; - Rapporteur : M. Lebon; - Secrétaire : M. Janet.

**Classe 107.** — *Sociétés coopératives de consommation.* — Président : M. Lourties; - Vice-Président : M. Balestra *(Italie)*; - Rapporteur : M. Mabilleau; - Secrétaire : M. Navarre.

**Classe 108.** — *Institutions pour le développement intellectuel et moral des ouvriers.* — Président : M. Leroy-Beaulieu; - Vice-Présidente : Mlle Addams *(États-Unis)*; - Rapporteur : M. E.-O. Lami; - Secrétaire : M. Schmoll.

**Classe 109.** — *Institutions de prévoyance.* — Président : M. Cheysson; - Vice-Président : M. Lepreux *(Belgique)*; - Rapporteur : M. Marié; - Secrétaire : M. Hébrard.

**Classe 110.** — *Initiative publique ou privée en vue du bien-être des citoyens.* — Président : M. Aucoc; - Vice-Président : M. Robert *(Belgique)*; - Rapporteur : le professeur Worms; - Secrétaire : M. Moron.

**Classe 111.** — *Hygiène.* — Président : le docteur Brouardel; - Vice-Président : M. Gunther *(Allemagne)*; - Rapporteur : le docteur Proust; - Secrétaire : le docteur Martin.

**Classe 112.** — *Assistance publique.* — Président : M. Monod; - Vice-Président : M. Ragozine *(Russie)*; - Rapporteur : M. Mourier; - Secrétaire : le docteur R. Millon.

GROUPE XVII. — **Colonisation.**

**Classe 113.** — *Procédés de colonisation.* — Président : M. Semenoff *(Russie)*; - Vice-Président : M. Chailley-Bert; - Secrétaire : M. de Moltke Hirtfeld *(Danemark)*.

**Classe 114.** — *Matériel colonial.* — Président : M. Saint-Germain; - Vice-Président : M. Hooyer *(Pays-Bas)*; - Rapporteur : M. de Traz; - Secrétaire : M. Francillon.

**Classe 115.** — *Produits spéciaux destinés à l'exportation dans les colonies.* — Président : M. Le Myre de Vilers; - Vice-président : M. de Neumann *(Autriche)*; - Rapporteur : M. Gachet; - Secrétaire : M. Puel de Lobel.

GROUPE XVIII. — **Armées de terre et de mer.**

**Classe 116.** — *Armement et matériel de l'artillerie.* — Président : le général de la Noë; - Vice-Président : le colonel Walford *(Grande-Bretagne)*; - Rapporteur : le colonel Gillot; - Secrétaire : M. Chabbert.

**Classe 117.** — *Génie militaire et services y ressortissant.* — Président : M. Barbier; - Vice-Président : le colonel Istraty *(Roumanie)*; - Rapporteur le commandant Boulanger; - Secrétaire : M. Manaut.

**Classe 118.** — *Génie maritime. — Travaux hydrauliques. — Torpilles.* — Président : M. E. Huin; - Vice-Président : l'amiral Zelenoy *(Russie)*.

**Classe 119.** — *Cartographie. — Hydrographie. — Instruments divers.* — Président : le colonel Kuntz *(Allemagne)*; - Vice-Président : le lieutenant-colonel A. Romieu; - Rapporteur : M. Norberg; - Secrétaire : M. Lavauzelle.

**Classe 120.** — *Services administratifs.* — Président : l'intendant général A. Simon; - Vice-Président : le colonel Douglas *(Grande-Bretagne)*; - Rapporteur : M. Barrier; - Secrétaire : M. Blin.

**Classe 121.** — *Hygiène et matériel sanitaire.* — Président : M. Vaillard; - Vice-Président : le prince Turkhan Mouravof *(Russie)*; - Rapporteur : M. Ch. Grall; - Secrétaire : M. Brenot.

---

## Les Congrès internationaux à l'Exposition de 1900.

*(Suite[1].)*

**Congrès de Mécanique appliquée** [2] (19 à 25 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. Haton de la Goupillière; Secrétaire général, M. G. Richard, rue de Rennes, 44.

Le programme des travaux du Congrès comporte l'étude des questions suivantes :

1° Organisation des ateliers mécaniques, et, en particulier, des ateliers de construction mécanique;
2° Laboratoires de mécanique;
3° Applications mécaniques de l'électricité;
4° Transmissions diverses; appareils de levage et de transport;
5° Moteurs hydrauliques;
6° Chaudières à petits et très petits éléments;
7° Machines à vapeur rapides rotatives et turbines à vapeur;
8° Moteurs thermiques;
9° Mécanique des voitures automobiles.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 6, p. 104.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 6, p. 100.

**Congrès du Commerce et de l'Industrie** (23 à 28 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. N..., en remplacement de M. G. Masson, décédé; Secrétaire général, M. J. Hayem, avenue de Villiers, 63.

Ce congrès se divisera en trois sections :

1° Section des questions économiques, financières et fiscales;
2° Section de législation commerciale;
3° Section de l'enseignement commercial et professionnel (ouvriers et employés).

**Congrès international de la Propriété industrielle** (23 à 28 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. Pouillet; Secrétaire général, M. Ch. Thirion, boulevard Beaumarchais, 95.

Ce congrès se divisera en trois sections :

1° Brevets d'invention;
2° Dessins et modèles;
3° Marques de fabrique et de commerce, etc.

**Congrès de Chimie appliquée** (23 à 28 juillet). — *Commission d'organisation :* Président, M. Moissan; Secrétaire général, M. Dupont, rue de Dunkerque, 54.

Ce congrès fait suite aux congrès de Bruxelles (1894), Paris (1896), Vienne (1898), il se subdivise en dix sections :

1° Chimie analytique; appareils de précision : Président, M. E. Muntz;
2° Industrie chimique des produits inorganiques : Président, M. Étard;
3° Métallurgie; mines; explosifs : Président, M. A. Carnot;
4° Industrie chimique des produits organiques : Président, M. Lindet;
5° Sucrerie : Président, M. Ch. Gallois;
6° Industries chimiques des fermentations : Président, M. E. Durin;
7° Chimie agricole : Président, M. Dehérain;
8° Hygiène; chimie médicale et pharmaceutique; falsifications des denrées alimentaires : Président, M. Riche;
9° Photographie : Président, M. le général Sebert;
10° Électro-chimie : Président, M. H. Moissan.

Les membres du congrès présenteront leurs travaux personnels sous le titre de *communications*. Les mémoires devaient être remis avant le 1er juin; ils seront imprimés s'ils rentrent dans les questions pour lesquelles il a été nommé des rapporteurs.

**Congrès de Navigation** (28 juillet à 3 août). — *Commission d'organisation :* Président, M. Holtz; Secrétaire général, M. Pavie, rue du Faubourg-Saint-Honoré, 72.

Le programme du congrès comporte notamment l'étude des questions suivantes :

1° Influence des travaux de régularisation sur le régime des rivières;
2° Progrès des applications de la mécanique à l'alimentation des canaux;
3° Utilisation des voies navigables naturelles à faible mouillage en dehors de leur partie maritime;
4° Progrès des applications de la mécanique à l'exploitation des voies navigables; monopoles de traction;
5° Institutions de prévoyance et d'instruction pour le personnel de la batellerie;
6° Progrès les plus récents de l'éclairage et du balisage des côtes;
7° Travaux les plus récents exécutés dans les principaux ports littoraux ou maritimes;
8° Appropriation des ports de commerce aux exigences du matériel naval;
9° Progrès des applications de la mécanique à l'outillage des ports.

**Congrès des Architectes** (30 juillet à 4 août). — *Commission d'organisation :* Président, M. A. Normand; Secrétaire général, M. Poupinel, rue Boissy-d'Anglas, 45.

**Congrès de l'Enseignement supérieur** (30 juillet à 4 août). — *Commission d'organisation :* Président, M. Brouardel; Secrétaire général, M. Larnaude, à la Sorbonne.

**Congrès de la Marine marchande** (4 à 12 août). — *Commission d'organisation :* Président, M. Charles-Roux; Secrétaire général, M. Dal Piaz, rue Auber, 6;

Le congrès se divisera en cinq sections :

1° *Section générale et statistique.* — Président, M. Raynal.

Programme : Situation des diverses marines marchandes, organisations administratives; situation des chantiers de constructions navales; rapport entre le mouvement maritime d'un port et des voies de communication qui y aboutissent; régimes de protection à accorder à la marine marchande; relations entre la marine marchande et la marine de guerre.

2° *Section douanière et fiscale.* — Président, M. J. Couvert.

Programme : Régions douanières, ports francs et zones franches, fluctuation des frets et leurs causes principales, mode d'unification de la jauge.

3° *Section technique de la navigation.* — Président, M. Guillain.

Programme : Modifications à apporter au règlement international actuel pour éviter les abordages; réglementations internationales pour la ligne de charge et pour la sécurité de la navigation.

4° *Section de l'exploitation maritime.* — Président, M. Duprat.

Programme : Améliorations à apporter au matériel au point de vue de son utilisation commerciale; salaires; composition et rapatriement des équipages; courtage maritime; pilotage; remorquage; neutralisation et sécurité des câbles sous-marins.

5° *Assistance aux gens de mer.* — Président, M. Armez.

Programme : Mesures à prendre pour améliorer la situation matérielle et morale des marins; caisses de prévoyance, d'épargne, de secours mutuels et d'assurances; hospitalisation et hygiène des marins.

**Congrès de l'Enseignement technique** (6 à 11 août). — *Commission d'organisation :* Président, M. Bouquet; Secrétaire général, M. Lagrave, rue de l'Université, 74.

Le congrès se divisera en deux sections :

1° Enseignement industriel;
2° Enseignement commercial.

**Congrès de Physique** (6 à 11 août). — *Commission d'organisation :* Président, M. A. Cornu; Secrétaire général, M. L. Poincaré, boulevard Raspail, 105 *bis*.

Le programme des travaux du congrès comportera trois parties :

1° Communications diverses et conférences sur quelques questions nouvelles;
2° Visites à l'Exposition, à des laboratoires, à des ateliers;
3° Rapports et discussions sur des sujets arrêtés à l'avance.

Un certain nombre de rapports seront écrits par des spécialistes et réunis en un volume qui sera distribué à tous les membres du congrès.

**Congrès d'Hygiène et de Démographie** (10 à 17 août). — *Commission d'organisation :* Président, M. Brouardel; Secrétaire général, M. le docteur Martin, rue de l'École-de-Médecine, 21.

Le programme comporte deux divisions principales : hygiène et démographie. Les sections d'hygiène, au nombre de huit, sont les suivantes :

1° Microbiologie et parasitologie appliquées à l'hygiène;
2° Hygiène alimentaire, science chimique et vétérinaire appliquées à l'hygiène;
3° Salubrité : sciences de l'Ingénieur et de l'Architecte appliquées à l'hygiène;
4° Hygiène industrielle et des collectivités (première enfance, exercices physiques, écoles, hôpitaux, prisons); crémation;
5° Hygiène industrielle et professionnelle, logements insalubres;
6° Hygiène militaire, navale et coloniale;
7° Hygiène générale et internationale;
8° Hygiène des transports en commun.

**Congrès géologique** (16 à 28 août). — *Commission d'organisation :* Président, M. Gaudry; Secrétaire général, M. Ch. Barrois, boulevard Saint-Michel, 62.

Le congrès se divisera en quatre sections :

1° Géologie générale et technique;
2° Stratigraphie et paléontologie;
3° Minéralogie et pétrographie;
4° Géologie appliquée et hydrologie.

De nombreuses excursions seront organisées avant, pendant et après le Congrès. Le programme comporte des visites à l'Exposition, dans les musées géologiques et aux environs de Paris.

*(A suivre.)*

## NÉCROLOGIE

### M. Georges Masson.

C'est avec un bien vif regret que nous avons appris la mort de M. Georges Masson, l'éditeur bien connu, président de la Chambre de Commerce de Paris, membre du Comité supérieur de rédaction du *Génie Civil*, décédé à Paris, le 6 courant, dans sa soixante et unième année.

Né à Paris, en 1839, M. G. Masson devint de bonne heure le collaborateur de son père Victor Masson. Sous son impulsion éclairée, cette maison d'éditions scientifiques prit un développement de plus en plus considérable et on lui doit un grand nombre de publications de la plus haute valeur.

Malgré le labeur incessant nécessité par la direction d'une maison aussi importante, M. G. Masson trouvait encore le temps de prêter son concours à diverses œuvres intéressantes et de se charger de nombreuses fonctions publiques. Il avait été, de 1872 à 1874, président du Cercle de la Librairie et, depuis 1898, il était président de la Chambre de Commerce de Paris. Il était, en outre, membre du Conseil supérieur du Travail, du Comité consultatif des Chemins de fer, de l'Office national du Commerce extérieur, de la Commission consultative des Postes et Télégraphes, du Comité de direction des services d'hygiène de France, de la Commission supérieure de l'Exposition de 1900, du Conseil d'administration de la Compagnie des Chemins de fer du Nord, etc.

Il avait été promu, au mois d'octobre 1899, commandeur de la Légion d'honneur à l'occasion de l'inauguration du port d'Ivry (1).

Les obsèques de M. G. Masson ont été célébrées à Paris, le 8 juin, en l'église Saint-Sulpice et l'inhumation a eu lieu au cimetière Montmartre. Suivant le désir du défunt, aucun discours n'a été prononcé sur sa tombe. Le deuil était conduit par son fils, M. Pierre Masson, Ingénieur des Arts et Manufactures, et par son gendre, le lieutenant-colonel Nicolas.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 26, p. 432.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 5 juin 1900.*

**Balistique.** — *Sur le tracé des rayures dans les bouches à feu.* Note de M. VALLIER.

Les conclusions de la première Note de M. Vallier (1) sur le tracé des rayures dans les bouches à feu, ne peuvent être acceptées que sous réserves en ce qui concerne la première période du mouvement. On sait, en effet, que la mise en marche du mobile ne se fait pas sous l'action d'une pression infiniment petite, comme le supposent les formules théoriques, mais bien sous celle d'une pression très notable à laquelle s'est élevée la puissance des gaz de la poudre pendant la durée nécessaire à vaincre les inerties et surtout à produire le cisaillement des ceintures. L'auteur se propose d'étudier ultérieurement en détail ce dernier point. Pour le moment, après avoir ainsi réservé la question de la première période, il reprend l'étude du tracé le plus rationnel de la rayure, qu'il désigne sous la rubrique de : *Rayure de moindre fatigue.* Le but que l'on se propose, en effet, est de communiquer au mobile une énergie de rotation déterminée avec le moins de fatigue possible pour les organes (cloisons et ceintures) et d'emprunt à l'énergie totale développée par l'explosif.

Ce problème de moindre fatigue des organes serait évidemment résolu en faisant travailler le système sous un effort constant, mais pour les motifs rappelés dans les lignes précédentes, on ne peut chercher à étudier la réalisation de ces conditions qu'à partir de l'instant où le maximum de pression est obtenu. Du reste, en admettant même la légitimité des formules à partir de l'origine du mouvement, l'examen de la courbe des pressions et, au besoin, une discussion algébrique élémentaire démontreraient qu'il y aurait impossibilité à réaliser la constance de l'effort pendant la première période. Par suite, la directrice de moindre fatigue ne pourra être déterminée que pour la région comptée à partir du point de pression maximum.

**Chimie organique.** — I. — *Sur les conditions de stabilité du pouvoir rotatoire.* Note de M. J.-A. LE BEL, présentée par M. Armand Gautier.

L'existence du pouvoir rotatoire dans un composé chimique est intimement liée à la disposition dissymétrique de radicaux différents unis à un atome central au moins tétravalent. Cette notion, que MM. Van t'Hoff et Le Bel avaient appliquée au carbone en 1874, a reçu d'innombrables vérifications. On a toujours reconnu que les objections reposaient sur des faits inexacts. Pour l'azote, élément pentavalent, M. Le Bel a établi en 1891 que le pouvoir rotatoire pouvait se produire dès que les cinq radicaux qui lui sont unis différaient entre eux. Enfin, MM. Pope et Peachey ont réalisé un dérivé actif de l'étain, élément tétravalent comme le carbone.

Il est toutefois hors de doute que l'activité optique n'a pu être manifestée dans certains composés de l'azote uni à cinq radicaux différents. C'est que cette condition est nécessaire, mais non suffisante; il faut, en plus, que la forme géométrique dissymétrique soit stable, sinon le corps droit se change en corps gauche jusqu'à disparition du pouvoir rotatoire par racémisation. Il était donc nécessaire, après avoir étudié la géométrie de la molécule, d'en aborder la statique.

M. Le Bel a exposé en 1890 que la stabilité de la position des radicaux se trouve le mieux réalisée quand ceux-ci arrivent à se toucher dans la molécule et, pour ainsi dire, à *se caler* entre eux. On doit donc s'attendre à voir la stabilité augmenter : 1° quand l'attraction de l'atome central rapproche plus fortement les radicaux les uns contre les autres, c'est-à-dire quand l'élément central autour duquel se groupent les radicaux jouit vis-à-vis d'eux d'une forte affinité chimique; 2° quand ces radicaux augmentent de volume.

L'auteur donne la preuve de ces deux conclusions en passant en revue les corps actifs connus.

II. — *Hydrogénation de l'acétylène en présence du cuivre.* Note de MM. Paul SABATIER et J.-B. SENDERENS.

On sait que M. Berthelot a, depuis longtemps déjà, réalisé l'hydrogénation de l'acétylène en chauffant le mélange des deux gaz à une température inférieure au ramollissement du verre : la réaction obtenue est limitée et conduit à des équilibres définis plus ou moins complexes.

Dans une Note publiée l'année dernière (1), MM. P. Sabatier et J.-B. Senderens ont indiqué que le nickel réduit réalise dès la température ordinaire la combinaison de l'hydrogène et de l'acétylène : à côté des gaz obtenus qui sont surtout forméniques, on recueille des produits liquides, de constitution analogue à celle de certains pétroles naturels.

D'autre part, ils ont fait connaître (2) que l'acétylène, dirigé sur du cuivre métallique au-dessus de 180°, subit une condensation rapide : le produit principal est un hydrocarbure solide très condensé, le *cuprène*, dont la formation avait été, il y a quelques années, entrevue par Erdmann et Kotchner, qui l'avaient considéré comme un composé organométallique du cuivre.

En présence d'hydrogène, le phénomène change de nature. Malgré la lenteur du courant gazeux et la longueur de la colonne de cuivre, beaucoup d'hydrogène demeure inutilisé, en présence de proportions importantes de carbures éthyléniques. La dose d'éthane, qui est très faible dans ce cas à 150°, devient bien plus importante aux températures supérieures à 200°, ce qui paraît indiquer qu'au-dessus de cette dernière température le cuivre est capable de réaliser l'hydrogénation des carbures éthyléniques. C'est en effet ce qui a lieu, ainsi que les auteurs se proposent de l'indiquer dans une prochaine Communication.

G. H.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 1, p. 14. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 3, p. 46. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 15, p. 239. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

**Projet de métropolitain électrique souterrain pour New-York (États-Unis).** — Depuis plusieurs années déjà, la ville de New-York avait l'intention d'améliorer ses facilités locales de transport rapide par la construction d'un chemin de fer souterrain, les tramways électriques et le métropolitain surélevé, pour la traction duquel on va d'ailleurs remplacer la vapeur par l'électricité, ne suffisant plus à desservir les districts suburbains, ni même l'intérieur de la ville.

Diverses Compagnies obtinrent successivement des concessions pour des lignes souterraines, mais aucun des projets ne fut exécuté. Il y a quelques années, la question a été prise en mains par la Rapid Transit Commission, qui, agissant au nom de la ville, a préparé plusieurs projets, faits plus au profit du public qu'à celui d'une Compagnie. Aucun de ces projets n'avait, jusqu'à présent, été adopté, pour une raison ou pour l'autre, mais le dernier projet en est arrivé à la conclusion d'un traité de construction et d'exploitation du tracé proposé, et il y a tout lieu d'espérer que les travaux ne tarderont pas à être commencés.

L'*Engineer*, du 27 avril, étudie ce nouveau projet. Les lignes formeront un Y, dont le tronc traversera le quartier des affaires et les parties les plus peuplées de New-York, tandis que les branches s'étendront dans les districts suburbains situés au nord de la ville, qui sont jusqu'à présent les plus mal desservis. La longueur totale du parcours sera de 33$^{km}$ 310, dont 9$^{km}$ 060 représentés par trois viaducs. La ligne souterraine se composera, pour la plus grande partie, d'un plancher en béton, de colonnes en acier encastrées dans les parois, et d'un plafond formé de poutres métalliques noyées dans du béton. Sous le Harlem River, la ligne passera dans deux tunnels circulaires à simple voie, à revêtement de fonte.

La ligne sera la propriété de la ville, représentée par la Rapid Transit Commission, mais les offres de soumissions devaient être basées sur la construction de la voie, la fourniture de la force motrice et du matériel roulant, et son exploitation par le soumissionnaire; la construction de la ligne tout entière devant d'ailleurs être terminée en quatre ans et demi. C'est M. James-B. Macdonald qui en a entrepris la construction et l'équipement pour 35 millions de francs. La ville lui laissera le métropolitain pendant cinquante ans.

L'auteur indique les conditions dans lesquelles l'entreprise a été faite, puis il décrit les différents types de tunnels qui seront exécutés et donne divers renseignements relatifs à la qualité et à la quantité des matériaux qui seront employés dans ce travail.

CHIMIE INDUSTRIELLE

**Fabrication de l'acide chlorhydrique par le chlorure de calcium.** — L'action du chlorure de calcium sur les silicates, à la température du rouge, donne, en présence de l'air, du chlore et, en présence de la vapeur d'eau, de l'acide chlorhydrique. Ces réactions, connues depuis fort longtemps, n'avaient été étudiées que pour les silicates les plus communs.

M. TIXIER a expérimenté les silicates plus compliqués et publie ce travail dans le *Moniteur scientifique* d'avril 1900.

Les recherches ont porté sur la lépidolithe, le kaolin, la pétalite, etc., et l'auteur a cherché l'utilisation des réactions pour la fabrication industrielle du chlore. L'appareil consistait en un tube de porcelaine chauffé sur une grille à analyse, à l'intérieur d'un manchon en fer. Par une extrémité du tube arrivait un courant d'air sec; à l'autre extrémité, le tube communiquait avec deux flacons suivis d'une colonne remplie de perles de verre.

On prenait une liqueur double normale de chlorure de calcium pur; on en employait une quantité bien déterminée (50$^{cc}$), que l'on desséchait avec le silicate à étudier et que l'on plaçait dans le tube. On chauffait au rouge, on laissait passer l'air à raison de trois bulles par seconde; le chlore et l'acide chlorhydrique étaient retenus dans un laveur à arsénite de soude et le courant traversait ensuite un flacon contenant du tournesol. On évalue, à la fin de l'opération, le chlore total et le chlore libre.

L'auteur résume, dans un tableau, le résultat de ses recherches.

Enfin une autre série d'expériences a été faite pour utiliser la même réaction dans le but de réaliser l'extraction des alcalis contenus dans les silicates. On sait que le chlore se combine aux alcalis pour donner des chlorures, que l'on extrait facilement par un simple lavage à l'eau. Avec des proportions convenables, on évite un excès de chlorure de calcium. Le résidu insoluble dans l'eau est formé de silicate d'alumine et de chaux; on l'attaque par l'acide chlorhydrique; on obtient de la silice gélatineuse qui, à cause de la présence du chlorure de calcium, se dessèche très facilement à 120°; enfin, après reprise par l'acide chlorhydrique, on a un sable très dense et très facile à laver.

La solution de $CaCl^2$ et de $Al^2Cl^6$ est desséchée et chauffée dans un courant d'air pour obtenir de l'alumine très pure; quant au chlorure de calcium, il rentre en fabrication. Ce procédé serait très économique.

**Le mordançage de la laine au chrome.** — M. THOMAS étudie, dans la *Revue générale de chimie pure et appliquée*, du 5 avril, le mordançage de la laine au chrome.

L'auteur rappelle que ce n'est qu'en 1820 que le chrome, découvert en 1797 par Vauquelin, fut employé en impression, tandis que les mordants de fer, étain, cuivre et alumine, paraissent connus de toute antiquité.

Depuis 1846, ils ont pris un très grand développement, dû à deux causes principales : d'une part, ils ont la faculté de pouvoir se mélanger avec la plus grande facilité aux couleurs renfermant de l'acide tannique ou des sels métalliques; de plus, les couleurs préparées sur ces mordants ont une très grande solidité à la lumière.

Il faut distinguer les sels de chrome proprement dits et les sels à acide chromique, tels que les bichromates.

Les plus employés sont le chlorure, l'acétate, le bisulfite et le sulfite. Les autres, tels que l'alun, le sulfate, l'oxalate sont moins importants.

A signaler également le fluorure, dont l'emploi date de 1887.

L'acide chromique a été proposé tout dernièrement; on passe la laine dans un bain contenant une solution d'acide chromique à 1 °/$_o$ pendant 10 minutes, puis on ajoute 3 °/$_o$ d'acide sulfurique à 66° B. On réduit alors l'acide chromique par un bain au bisulfite de soude à 30° B., 10 °/$_o$.

L'usage du bichromate nécessite toujours l'em-

ploi d'un agent réducteur, qui détermine la précipitation de l'oxyde de chrome sur la fibre. Le bain au tartrate est le plus employé; il est formé de $Cr^2O^7K^2$ : 2,5 °/₀ ; tartre : 3 °/₀.

On emploie aussi l'acide lactique, qui est oxydé par l'acide chromique, avec formation d'aldéhyde :

$$CH^3-CHOH-COOH+O=CH^3-COH+CO^2+H^2O.$$

On a proposé encore un mélange d'acide lactique et de lactate de potasse.

Enfin il faut signaler l'emploi des sels d'aniline pour la réduction de l'acide chromique. Cette méthode a été préconisée par Mac Becke.

Il se dépose sur la fibre de l'oxyde de chrome qui la colore en gris. En alizarine, on obtient ensuite un magnifique grenat très résistant à la lumière. Toutefois, cette méthode ne semble pas s'être généralisée.

**La fabrication du sucre en Égypte.** — L'*Engineer*, du 13 avril, contient un article sur la fabrication du sucre de cannes en Égypte.

Il y a actuellement, dans ce pays, cinq sucreries importantes : les trois sucreries du Gouvernement égyptien, situées à Magaga, à Abookoorgas et à Minieh; une grande sucrerie française, à Nagahamadi, et une nouvelle sucrerie, établie, il y a deux ans, à Baliana, par l'Egyptian Sugar and Land C°.

Toutes sont situées au voisinage du Nil et du chemin de fer. Les sucreries du Gouvernement sont dans la Moyenne-Égypte, et les deux autres dans la Haute-Égypte, à 22$^{km}$ 400 l'une de l'autre, et à environ douze heures du Caire par chemin de fer. La sucrerie française en est la plus éloignée, et elle est établie sur une bien plus grande échelle que les autres.

Ce qui manque le plus, pour la culture de la canne à sucre dans la Haute-Égypte, c'est une meilleure méthode agricole. Les terrains, situés dans cette région, au voisinage des sucreries, se vendent 1 250 francs l'hectare et moins encore quand on se rapproche du Soudan. Ces prix ne tarderont pas à augmenter, lorsque les travaux d'irrigation seront terminés.

L'auteur donne ensuite les chiffres relatifs aux frais de culture de la canne à sucre, à son prix d'achat, à son rendement en sucre et aux frais de fabrication. Il en conclut que la fabrication du sucre de cannes en Égypte est largement rémunératrice.

Il décrit ensuite, en détail, la méthode qui lui semble la meilleure à suivre et l'installation d'usine qui paraît devoir donner les meilleurs résultats, parce qu'elle réunit tous les perfectionnements applicables dans ce cas, en laissant de côté toutes les modifications qui ont pu être suggérées, mais n'ont pas encore fait leurs preuves.

### HYDRAULIQUE

**Construction d'une usine hydro-électrique de 90 000 chevaux sur le Saint-Maurice River (Canada).** — Le Saint-Maurice River est alimenté par un bassin de 47 000 kilom. carrés fortement boisé, situé au nord du Saint-Laurent, dans lequel il se jette à Three Rivers, ville placée à mi-chemin entre Québec et Montréal, et distante de chacune d'elles de 144 kilom. A environ 25 kilom. de son confluent avec le Saint-Laurent, le Saint-Maurice River forme, sur une longueur de 24 kilom., une série de chutes et de rapides qui, étant donnée l'importance du débit, représentent de l'énergie utilisable à très bon compte. On peut estimer à 200 000 chevaux la puissance minimum disponible, en hiver, au moment des plus basses eaux, même en laissant écouler librement une quantité d'eau suffisante pour emporter les glaces de fond et le frazil.

Par suite du manque de communications par chemins de fer, ces conditions favorables étaient restées jusqu'à présent inexploitées, mais l'ouverture du Great Northern Railway du Canada a rendu possible leur utilisation industrielle.

La ville de Three Rivers est ouverte à la navigation maritime pendant huit mois de l'année, et il n'est guère d'autre port de mer au monde où l'on trouve, dans un rayon de 50 kilom., une aussi grande quantité d'énergie utilisable. Une partie de cette énergie a déjà été employée à Grand Mere, distante de 48 kilom. de Three Rivers, où l'eau actionne, sous une charge de 12$^m$ 20, une usine à pâte de bois et une papeterie, produisant 100 tonnes de papier et 50 tonnes de pâte par jour.

Mais l'endroit le plus important au point de vue de l'utilisation de cette énergie hydraulique, est aux chutes de Shawinigan, dont la hauteur totale, sur une faible distance, est de 43 mètres. En ce point, le débit normal de la rivière est de 670 mètres cubes par seconde, et l'on peut, aux plus basses eaux, obtenir 100 000 chevaux.

L'*Engineering Record*, du 28 avril, décrit la construction de l'installation hydro-électrique que fait établir, sur ces chutes, la Shawinigan Water and Power C°. Les travaux, en cours d'exécution, représentent l'utilisation initiale de 30 000 chevaux, avec extension possible jusqu'à 90 000 chevaux.

Les travaux décrits en détail se rapportent à l'installation hydraulique proprement dite : le canal d'amenée de l'eau aboutit à un mur de tête d'où partent de grosses conduites alimentant l'usine, que le canal de fuite relie à un point de la rivière situé à l'aval des chutes.

### MÉCANIQUE

**Les progrès des transports aériens par câbles.** — Dans le *Cassier's Magazine*, du mois d'avril, M. William Henritt étudie les développements de l'emploi des transports aériens par câbles.

Après avoir signalé les avantages que présente ce mode de transport et les précautions qu'il oblige à prendre aux points où les câbles croisent une route ou une voie ferrée, l'auteur indique les diverses solutions qui ont été adoptées pour permettre au câble supportant la benne de faire un coude ou de revenir en arrière, sans que la benne risque de tomber par suite de la rencontre de son appareil de suspension avec la poulie de renvoi qui guide le câble. Il passe ensuite à la description des différents systèmes de transporteurs aériens en faisant ressortir les avantages de chacun d'eux, tel ou tel avantage pouvant être prépondérant dans une application déterminée et décider de l'adoption de l'un des systèmes transporteurs plutôt que d'un autre.

### PHYSIQUE INDUSTRIELLE

**Installation pour la distillation de 270 mètres cubes d'eau par 24 heures, à Fort Jefferson (États-Unis).** — On a établi, l'an dernier, à Fort Jefferson, dans l'île de Dry Tortugas (Floride), une grande installation pour la distillation, à effet multiple, de l'eau destinée à alimenter la station navale et les baraquements situés en cet endroit, ainsi que les navires qui viennent s'y ravitailler en eau douce.

Cette installation peut fournir couramment 270 mètres cubes d'eau distillée (60 000 gallons) par 24 heures, et, aux essais, son débit a même été de 50 °/₀ plus élevé. L'*Engineering News*, du 29 mars, en donne la description et celle des essais, qui ont duré six jours.

L'auteur termine son article par quelques données relatives aux appareils distillatoires installés à bord de deux navires de la marine américaine, aménagés pour la production de l'eau douce, l'*Iris* et le *Rainbow*. Il donne également le compte rendu des essais auxquels ont été soumis les appareils de l'*Iris*, qui peuvent fournir 270 mètres cubes d'eau distillée par jour.

**De la consommation de vapeur dans les machines.**— Dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* des 28 avril et 12 mai, M. le professeur E. Meyer, de Gottingen, fait une longue étude didactique de la consommation de vapeur dans les machines, suivant le mode de détente, le nombre d'expansions successives, la pression de la vapeur et la nature du condenseur employé. Au moyen de nombreux diagrammes, il cherche, dans divers cas, à établir exactement le rendement d'une machine à vapeur en tenant compte des moindres pertes de chaleur et de toutes les quantités de travail absorbées.

### TRAMWAYS

**La ville de Dayton (États-Unis), centre d'un grand réseau de tramways électriques interurbains.** — La ville de Dayton (Ohio), dont la population s'est accrue, depuis 1890, de 40 000 habitants et qui en compte actuellement 100 000, est située dans une région manufacturière très importante.

Les tramways de la ville ont une longueur totale de 88 kilom. et sont exploités par trois Compagnies entièrement distinctes.

Dayton est, en outre, le centre d'un réseau de tramways électriques interurbains, à trolley, rayonnant dans toutes les directions. Il existait déjà deux lignes ayant 40 kilom. et 134$^{km}$ 4 de longueur. On vient d'en mettre en exploitation trois autres, dont le *Street Railway*, du mois d'avril, donne la description détaillée, et qui mesurent : l'une 68$^{km}$ 8, l'autre 52$^{km}$ 8, et la troisième 28$^{km}$ 8.

### TRAVAUX PUBLICS

**La nouvelle fosse aux turbines de l'Usine hydro-électrique de la Niagara Falls Power C°, à Niagara Falls.** — Il est probable que, dès 1901, l'usine hydro-électrique de Niagara Falls aura, en fonctionnement, une annexe importante. La Niagara Falls Power C° a, en effet, fait un traité, avec la National Contracting C° de New-York, pour le creusement d'une seconde fosse aux turbines, et les travaux sont déjà commencés depuis plusieurs mois, comme l'a signalé le *Génie Civil* (1). M. O. E. Dunlop en donne la description dans l'*Engineering News* du 5 avril.

La nouvelle fosse aux turbines est située sur le côté est du canal d'amenée, à l'opposé de la fosse existante, mais plus près qu'elle du bord de la rivière. Le canal d'amenée a été creusé de façon à donner un débit suffisant pour actionner des turbines développant 100 000 chevaux. L'ancienne fosse contient actuellement 10 unités, de 5 000 chevaux chacune. Dans la nouvelle on placera 11 unités de même puissance, soit un total de 55 000 chevaux, ou un total général de 105 000 chevaux pour toute l'installation de la Niagara Falls Power C°. Les nouvelles turbines différeront des anciennes en certains points qui n'ont pas encore été précisés.

Comme l'ancienne fosse, la nouvelle sera une grande entaille dans le rocher. Elle aura 141$^m$ 15 de longueur, et 54$^m$ 85 de profondeur; sa largeur entre les revêtements en briques sera de 4$^m$ 90 au-dessous du plancher des turbines, et de 5$^m$ 30 au-dessus. Dès que cela sera possible, on mettra les six premières unités en place.

Le creusement de la fosse a atteint déjà une profondeur de 15 mètres. On emploie la dynamite, mais en évitant d'ébranler les installations existantes. Les perforatrices sont actionnées à l'air comprimé. L'éclairage électrique est assuré par une dynamo de 15 chevaux.

Un tunnel de 1$^m$ 80 sur 2$^m$ 45, creusé à une profondeur de 39$^m$ 60, reliera l'ancienne et la nouvelle fosse.

Afin de permettre l'enlèvement du bord du canal d'amenée en face de la nouvelle fosse, pour la construction des ouvrages destinés à l'admission de l'eau, on a établi, en ce point, un batardeau de 167$^m$ 65 de longueur.

Un puits de 3 mètres sur 4$^m$ 90, creusé, à l'abri d'un second batardeau, jusqu'à une profondeur de 54$^m$ 85, servira aux travaux de prolongement du tunnel de fuite. On conservera à ce dernier sa forme en fer à cheval, ayant 5$^m$ 75 de largeur maximum et 6$^m$ 45 de hauteur. Le tunnel a actuellement 2 078$^m$ 70 de longueur ; on le prolongera de 187$^m$ 90. Le prolongement décrira, sur une longueur de 112$^m$ 30, une courbe de 56$^m$ 85 de rayon.

Pour se débarrasser de l'eau, qui gênerait les travaux de creusement du puits, on a percé au fond de celui-ci trois trous de 0$^m$ 20 de diamètre qui débouchent dans le tunnel au-dessus de l'extrémité duquel le puits est creusé. L'eau s'écoule ainsi directement dans le tunnel, sans que l'on ait à faire des dépenses pour son épuisement.

**Pont monumental sur le Potomac (États-Unis).** — Un concours avait été ouvert l'an dernier, pour la construction sur le Potomac, entre Washington et Arlington, d'un pont monumental, commémoratif de la mort des soldats et marins américains et dédié au patriotisme américain.

Au point choisi, le Potomac a une largeur de 435$^m$ 55, au moment des hautes eaux ; et la hauteur moyenne des marées y est de 0$^m$ 90. Les crues s'élèvent, au maximum, à 4 mètres au-dessus du niveau à marée basse, pour lequel la profondeur du fleuve varie de 5$^m$ 50 à 9$^m$ 50.

Le projet du pont devait prévoir une travée mobile, donnant une ouverture de 38$^m$ 10 de largeur, et laissant, une fois fermée, un passage libre de 12$^m$ 20 de hauteur au-dessous d'elle, de façon qu'on ne soit pas obligé de l'ouvrir pour les bateaux de faible taille.

L'*Engineering Record*, du 21 avril, reproduit et décrit les quatre projets qui ont été primés. Le

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 18, p. 280.

projet du professeur Burr, qui a été classé le premier est estimé devoir coûter 24 300 000 fr., en y comprenant diverses modifications qui en augmentent le prix de 32 °/₀.

Ce projet est celui d'un pont, à plancher unique de 18m 30 de largeur et de 1 036m 30 de longueur, y compris les travées d'approche. Le pont proprement dit se compose de six arches en maçonnerie de 58m 50, et d'une travée à bascule en acier, de 51m 80, flanquée d'arcs de triomphe monumentaux, placés en travers du pont. De chaque côté de la travée mobile se trouvent trois des arches en maçonnerie. Les travées d'approche comprennent, du côté de Washington, 20 arches et, du côté d'Arlington, 15 arches en pierre, de 18m 30 d'ouverture.

Les modifications consisteront, entre autres, à donner à la membrure inférieure de la travée à bascule la forme d'un arc, et à remplacer les arcs de triomphe du projet n° 2 de M. Burr, qui a été primé, par ceux de son projet n° 1, qui sont d'un meilleur effet décoratif.

### DIVERS

**Le coton au Soudan.** — Le *Bulletin de la Société nationale d'Agriculture*, de février 1900, publie d'intéressants renseignements sur la culture du coton au Sénégal et au Soudan, fournis par MM. Dybowski et Cornu.

Après avoir rappelé combien notre industrie cotonnière est dépendante de l'Amérique et de l'Angleterre pour la fourniture de la matière première, M. Dybowski indique les multiples avantages qu'il y aurait à l'affranchir de cette tutelle et l'intérêt que présente la recherche des territoires, en notre possession, pouvant convenir à la production du coton. Cette acclimatation semble tout indiquée dans la région de nos colonies, s'étendant sur la côte occidentale d'Afrique, entre les parallèles 15°30' et 13°. Les excellentes conditions d'irrigation de ces territoires, arrosés chaque année par les inondations du Niger, les conditions climatériques favorables aux exigences très particulières de la végétation et de la maturation de ce textile, qui y croît à l'état subspontané, sont autant de gages de succès; des essais, favorisés par le général de Trentinian, ont donné déjà de très bons résultats; un premier lot de coton de 5 000 kilogr., envoyé au Havre à la fin de l'année dernière, a présenté de grandes qualités aux trois points de vue essentiels de la longueur, du diamètre et de la résistance des soies.

Les efforts doivent porter en ce moment sur la sélection des espèces cultivées, ainsi que sur l'amélioration des procédés de culture et des moyens de transport. L'exemple récent donné par la Russie qui, grâce à de patients et énergiques essais de culture cotonnière au Turkestan et à la création du chemin de fer transasiatique, est presque parvenue à suffire à sa consommation, nous montre de quel précieux secours sera la ligne de chemin de fer du Sénégal au Niger, pour l'extension de la culture cotonnière.

Les variétés égyptiennes et de Bizerte, desquelles M. Dybowski a obtenu de brillants résultats en Tunisie, lui semblent devoir être préconisées.

M. Cornu, tout en combattant les essais de production intensive du coton, en Tunisie, corrobore les renseignements fournis par M. Dybowski, sur l'avenir auquel semble appelée la culture du coton au Soudan. Il insiste sur la nécessité de rechercher des espèces convenant au milieu de culture et sur les mesures à prendre contre l'invasion des sauterelles.

**Excursion des élèves du Polytechnicum de Zurich dans la Suisse française.** — Dans la *Schweizerische Bauzeitung*, des 10, 17 et 24 mars, MM. Baumann, Bossard et Kunz font un compte rendu détaillé de la dernière excursion faite, en exécution de leur programme d'études, par les élèves du Polytechnicum de Zurich.

Cette excursion, dont la durée a été de quatre jours, a été faite dans la Suisse française. Elle a débuté par la visite de l'usine hydraulique de Coulouvrenière et de l'importante station centrale de Chèvres, qui fournissent l'énergie électrique de la ville de Genève. Le second jour comprit une visite aux ateliers de construction des machines Piccard et Pictet. Le troisième jour fut consacré à la visite du Val-de-Travers et des usines hydrauliques de La-Chaux-de-Fonds, de Combe-Garrot, de Neuenburg et d'Hagneck. On termina, le quatrième jour, par l'étude de l'usine hydraulique et des ateliers de construction de machines de Cluses.

Les auteurs de cette étude donnent de nombreux détails sur les diverses installations visitées et s'attachent, en particulier, à la description des moteurs hydrauliques et électriques.

## Ouvrages récemment parus.

**Les moteurs à explosion.** — *Étude à l'usage des constructeurs et conducteurs d'automobiles*, par M. George Moreau, ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École des Mines. — Un volume grand in-8° de 435 pages avec 104 figures dans le texte. — Béranger, éditeur; Paris, 1900. — Prix : relié, 20 francs.

La construction des *moteurs à explosion*, dont M. G. Moreau s'occupe dans cet ouvrage, a pris, depuis quelque temps, une extension toute particulière, due au développement de l'automobilisme.

L'auteur expose d'abord les principes fondamentaux de la *thermodynamique*, ce qui lui permet ensuite de passer à l'*étude théorique* des machines préalablement définies. Serrant de plus près le problème et examinant ce qui se passe dans la pratique, il tient compte des perturbations inhérentes à la nature du phénomène et des circonstances connexes, ce qui le conduit à envisager le *cycle pratique* ou *cycle corrigé*, indépendamment des conditions de bon fonctionnement et de rendement de l'engin.

Abordant ensuite la *transmission de l'effort*, il relève les influences dues à l'obliquité de la bielle courte, car les aménagements imposés à bord des véhicules automobiles ne comportent pas de grands développements pour les pièces en mouvement.

Afin de fournir des indications précises relatives à la *construction des pièces de machine*, M. G. Moreau condense, dans un court paragraphe, quelques principes de la *résistance des matériaux*; et dans le but de permettre de *calculer un moteur*, il en étudie les *résistances passives*, aussi bien celles provenant de l'appareil actif que celles résultant des mouvements de l'organisme annexe.

Prenant comme point de départ le *moteur à gaz*, il était naturel d'en montrer les ressources et d'étudier les diverses substances qui, volatilisées, étaient susceptibles de remplacer le fluide initial. L'auteur se trouve ainsi amené à décrire les propriétés des divers *combustibles* employés.

Enfin, en terminant, il montre la marche à suivre pour *calculer un moteur* ou pour en mesurer la force, en même temps qu'il insiste sur la méthode à appliquer pour comparer entre eux les véhicules de systèmes différents ou les unités relevant d'un même type.

Dans le cours de cet ouvrage, M. G. Moreau traite certaines questions qui méritent d'attirer tout particulièrement l'attention, comme, par exemple, les modifications qu'introduisent dans les formules les variations des coefficients de dilatation des gaz, des chaleurs spécifiques, de l'échelle thermométrique, les perturbations dues à l'influence du mécanisme, les inégalités du régime de détonation, etc.

**Études sociales et industrielles sur la Belgique** (*Notes de voyage*), par M. Édouard Deiss, Ingénieur civil. — Un vol. in-12 de 328 pages et 53 figures. — Guillaumin et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 3 fr. 50.

M. Éd. Deiss avait déjà publié l'année dernière une étude très documentée sur Anvers et les autres ports belges [1]. Cet important travail sur la Belgique industrielle vient d'être complété par le même auteur dans un nouveau volume consacré aux industries et aux institutions patronales de ce pays.

Dans ce dernier ouvrage, M. Deiss décrit les grands établissements Cockerill et Cie, à Seraing; de Marcinelle et Couillet; de Quenast; du Val-Saint-Lambert; de la « Vieille-Montagne », à Angleur; de « Keramis », à la Louvière; de MM. Solvay et Cie, à Couillet, etc. Il étudie le « Vooruit », la fameuse « Coopérative » socialiste de Gand; le mouvement coopératif et la « participation aux bénéfices », en Belgique; les Colonies de bienfaisance de l'État belge, « l'Assistance par le Travail », à Bruxelles; les Universités et le Musée Commercial de Bruxelles. Enfin, dans un chapitre spécial, il passe en revue les principales industries de la Belgique.

Ce volume est orné de photogravures, de plans, de cartes, etc., qui achèvent d'en rendre la lecture attachante et instructive.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 14, p. 236.

# INFORMATIONS

### Prix de revient du charbon sur le carreau de la mine.

Voici, d'après une étude parue dans l'*Engineering*, les prix du charbon sur le carreau de la mine, dans divers pays.

Le prix minimum paraît avoir été atteint dans l'Inde anglaise, savoir : 4 fr. 50 par tonne et le maximum dans la colonie du Cap avec 17 fr. 80. Au Natal, le prix est moins élevé, 12 fr. 50. Dans la Nouvelle-Zélande, on peut avoir du charbon à la mine pour 12 fr. 50, en Tasmanie pour 10 francs, dans la colonie de Victoria pour 11 fr. 50 et dans les Nouvelles-Galles du Sud pour 7 francs ; au Transvaal, le charbon revient, dans les mêmes conditions, à 9 fr. 50.

Les États-Unis viennent immédiatement après l'Inde pour les bas prix, le charbon y revient en moyenne à 5 fr. 75 à la mine.

Si on considère les pays européens, c'est en Espagne qu'on trouve les prix les plus bas, 7 fr. 50 la tonne. Après viennent l'Autriche avec 7 fr. 75, la Grande-Bretagne 8 fr. 10, la Russie 8 fr. 40 et l'Allemagne 9 fr. 20. En Belgique, le prix moyen est de 10 fr. 25 et en France de 10 fr. 80.

Une des raisons pour lesquelles le charbon coûte bon marché aux États-Unis est le taux élevé de la production par ouvrier, 450 tonnes par an. Ce taux est cependant inférieur à celui que donne un mineur dans les Nouvelles-Galles du Sud, 455 tonnes. Dans la Nouvelle-Zélande, c'est 440 tonnes. Dans la Grande-Bretagne, on n'obtient guère plus de 297 tonnes par ouvrier et par an. Dans la colonie du Cap, où l'on emploie principalement la main-d'œuvre indigène, le produit n'est que de 56 tonnes par an. Au Natal, où l'on a facilement des coolies, on obtient 156 tonnes. Dans l'Inde anglaise, un ouvrier ne produit que 68 tonnes par an ; il faut donc que la main-d'œuvre y soit à un prix extrêmement réduit. Les productions annuelles sont de 271 tonnes pour le mineur allemand et de 216 pour le mineur français.

### Varia.

**Concours de gants isolants protecteurs pour les ouvriers électriciens.** — L'*Association des Industriels de France contre les accidents du travail* ouvre un concours public international de gants isolants protecteurs pour les ouvriers électriciens.

Ces gants devront assurer une protection efficace de la main et de l'avant-bras. Ils devront être solides, résister non seulement à la tension électrique, mais encore aux perforations accidentelles qui pourraient provenir, par exemple, des aspérités des fils de cuivre, être faciles à porter, commodes pour toutes les mains et donner à l'ouvrier une liberté des doigts qui lui permette d'exécuter son travail dans de bonnes conditions.

Les concurrents devront faire parvenir, avant le 31 décembre 1900, au Président de l'Association, 3, rue de Lutèce, à Paris, une notice explicative et deux paires des gants qu'ils présenteront au concours.

Une commission spéciale sera chargée de l'examen et des essais de ces protecteurs; elle fera son rapport au Conseil de Direction de l'Association, qui pourra décerner un prix de 1 000 francs au candidat placé au premier rang, ou diviser cette somme suivant le mérite des concurrents.

∴

**Distinctions honorifiques.** — Parmi les promotions ou nominations récemment faites dans l'ordre de la Légion d'honneur, nous relevons les noms suivants :

*Au grade d'officier :* M. Collin-Delavaud, directeur de l'Office national du Commerce extérieur; — M. Lyon (G.-F.), chef de la maison Pleyel, Wolff et Cie.

*Au grade de chevalier :* M. Bollée (L.-A.), fabricant d'instruments de précision ; — M. Martel (J.-J.-M.), directeur du Comptoir de l'industrie linière; — M. Trystram (J.-B.), président de la Chambre de Commerce de Dunkerque.

∴

**Nominations.** — M. Edmond Perrier, membre de l'Institut a été nommé directeur du Muséum d'Histoire naturelle, en remplacement de M. Milne-Edwards, décédé.

M. Homolle, Ingénieur des Ponts et Chaussées, a été nommé Ingénieur en chef.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20, Paris.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 8. N° 941. Samedi 23 Juin 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Les Palais de l'Horticulture *(planche XI)*, p. 125; M. Adémar. — **Constructions civiles** : Usine hydro-électrique de la Praz (Savoie), p. 128; A. Laponche. — **Mécanique** : Pont tournant de 33 mètres d'ouverture sur le « Chicago River », à Chicago, p. 131. — **Législation** : Conditions de l'électorat et de l'éligibilité aux Conseils de Prud'hommes, p. 133; Louis Rachou. — **Variétés** : L'École municipale de Physique et Chimie industrielles, p. 134; — Machine compound demi-fixe à faisceau tubulaire amovible, p. 135; — Déverseur automatique de pression, p. 136; — Substitution d'un revêtement en briques au boisage d'un tunnel, p. 136; — Nouveau type d'accumulateur à charge rapide, p. 137. — **Exposition de 1900** : Les Congrès internationaux à l'Exposition de 1900 *(suite et fin)*, p. 137.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils (1er juin 1900), p. 138. — Académie des Sciences (11 juin 1900), p. 138. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 139; — Ouvrages récemment parus, p. 140. — Informations : Les chemins de fer en Chine, p. 140; — Varia, p. 140.

*Planche XI* : Exposition de 1900. Les Palais de l'Horticulture.

## EXPOSITION DE 1900

### LES PALAIS DE L'HORTICULTURE

*(Planche XI.)*

L'Horticulture et l'Arboriculture occupent une très grande place à l'Exposition de 1900. Les plantes de plein air ont été réparties sur divers points de l'enceinte : aux Champs-Élysées, au Cours la Reine, au Champ-de-Mars et au Trocadéro, tandis que les plantes de serre (classe 47) ont été réunies dans de magnifiques serres situées au bord de la Seine, sur le Cours la Reine, entre le pavillon de la Ville de Paris et le Palais des Congrès, c'est-à-dire entre le pont des Invalides et celui de l'Alma (fig. 2).

Ces serres, désignées sous le nom de Palais de l'Horticulture, reçoivent tour à tour, pendant la durée de l'Exposition, les différentes plantes ou arbres d'ornement qui ne peuvent vivre sous notre climat qu'à l'aide de soins spéciaux : orchidées, camélias, palmiers, etc.

Dans leur ensemble, ces serres (fig. 1, 2 et 6) se composent de deux grandes nefs vitrées, très vastes, très hautes et d'un aspect élégant, comportant à une de leurs extrémités une serre plus petite en forme de rotonde ovale.

Ces deux constructions sont placées sur le même alignement, parallèlement à la Seine, et séparées par un jardin de 70 mètres de longueur constituant une annexe de l'exposition d'horticulture et sous lequel se trouve l'aquarium de la Ville de Paris.

Les serres d'amont sont réservées à la section française, tandis que les serres d'aval abritent les produits des sections étrangères.

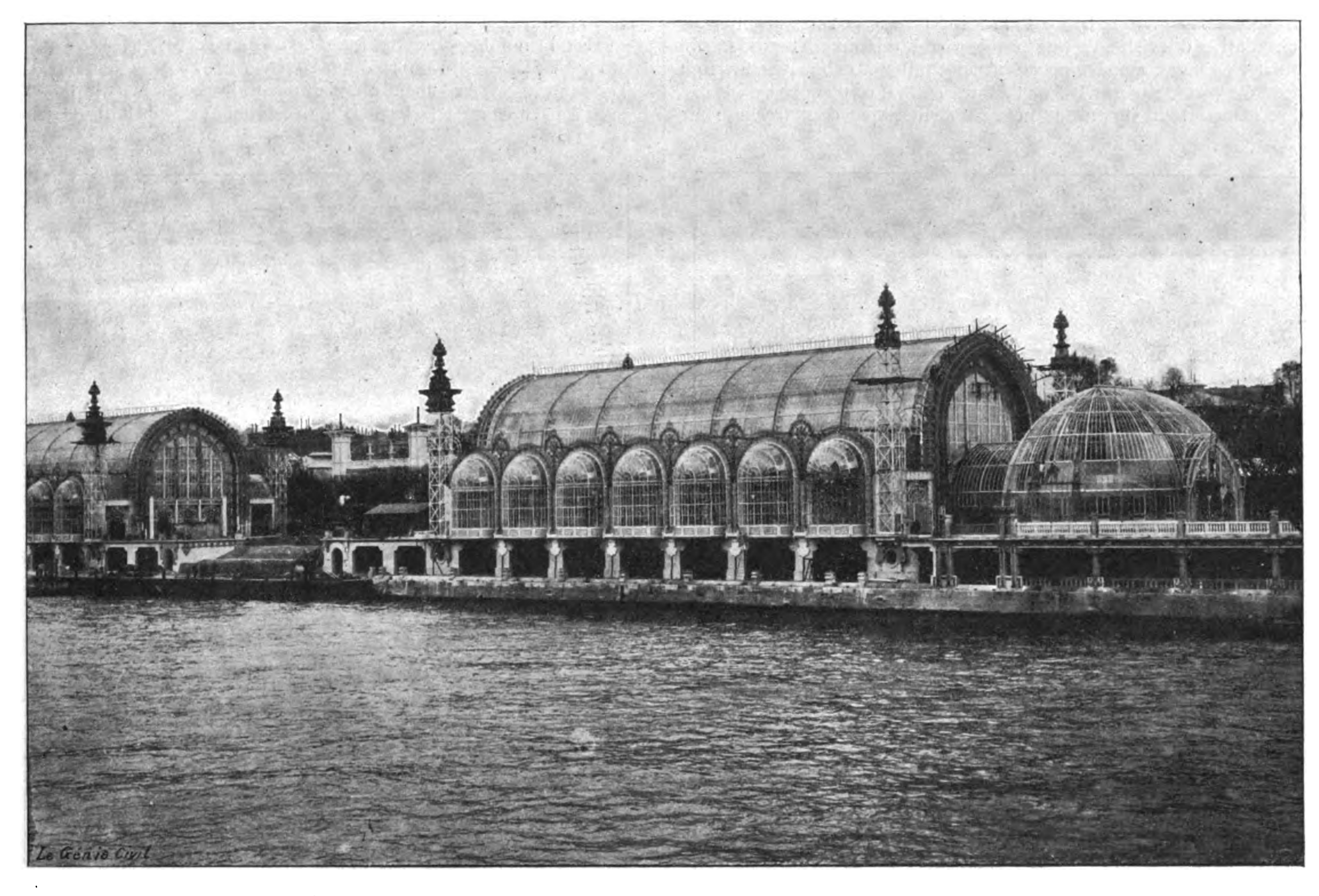


Fig. 1. — Palais de l'Horticulture : Vue d'ensemble, du côté amont, prise de la rive gauche de la Seine.

Toutes les serres, grandes et petites, sont construites en fer apparent, recouvert en certains endroits de motifs de décoration en bois découpé peints de différentes couleurs. Le mariage de ces motifs et de la charpente métallique donne à ces constructions un aspect très léger et très décoratif (fig. 1, 3, 4, 5, 6 et 7).

Les dimensions principales de chaque serre sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Grande serre : longueur | 62 | mètres. |
| — : largeur | 33 | — |
| Petite serre : grand axe | 24 | — |
| — : petit axe | 19 | — |

Galerie de raccordement des grande et petite serres : longueur.. 5m 45
largeur.... 10m »

Grandes serres. — Chacune des grandes serres comprend une grande nef centrale flanquée de bas-côtés formant une série de loggias fermées par des bow-windows.

La nef centrale est divisée en 7 travées de 8 mètres de portée comportant 8 fermes courantes et 2 fermes-pignons et réunies par 13 rangs de pannes qui supportent les chevrons et les fers à vitrage (fig. 3 et 4, pl. XI). Les fermes ont la forme ogivale, leur hauteur totale est de 18m 90 et leur portée d'axe en axe est de 16m 66.

De chaque côté de la grande nef et sur un sol un peu plus élevé se trouvent, accolés les uns aux autres, des berceaux cylindriques également vitrés dont la longueur est de 6m 34 et la hauteur de 9m 10. Ces berceaux sont terminés par des bow-windows de forme ellipsoïdale, leur grand axe ayant 6 mètres et leur demi-petit axe 2 mètres.

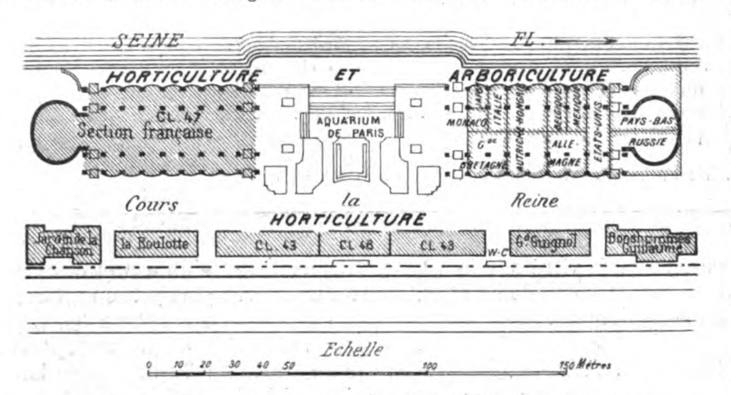



Fig. 2. — Plan de situation des Palais de l'Horticulture.

Afin de laisser sur la berge de la Seine un espace assez grand pour la circulation des visiteurs, une grande partie du bâtiment repose sur un plancher en béton armé supporté par des piliers. Les bow-windows ont même été placés sur des balcons faisant suite à ce plancher.

Les extrémités de la grande nef sont formées par deux façades : une principale qui fait face au grand jardin placé entre les deux palais et l'autre qui reçoit la galerie de communication avec la petite serre qui lui est accolée.

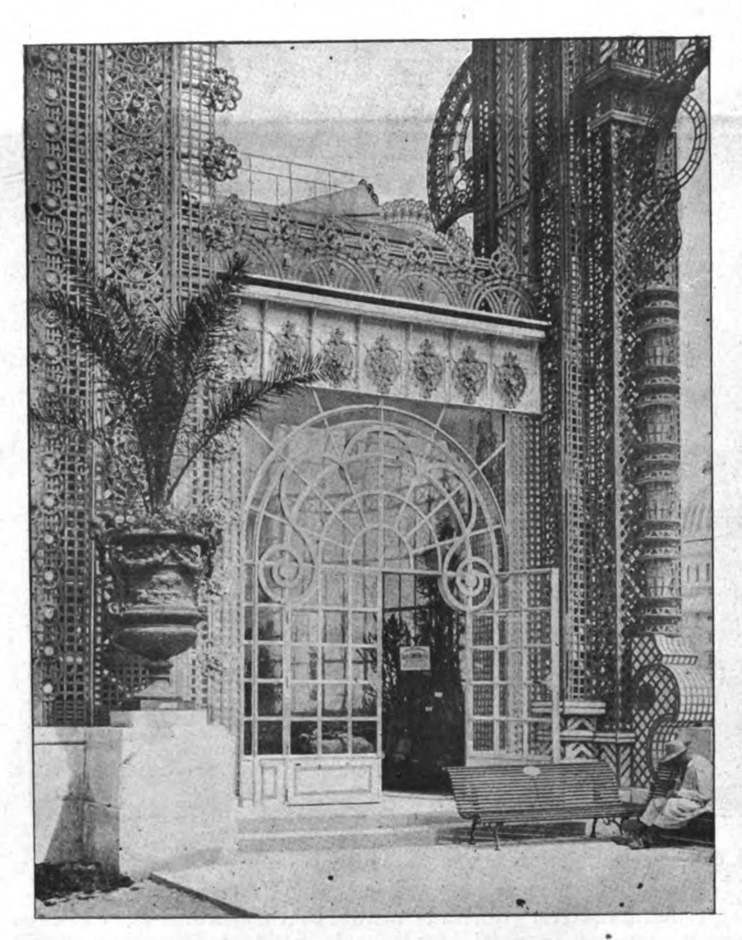


Fig. 3. — Section française.
Porte d'entrée latérale de la façade principale.

La façade principale (fig. 1, pl. XI) est formée de la ferme-pignon et des deux berceaux adjacents aboutissant à deux pylônes de 20 mètres de hauteur placés dans l'alignement des bow-windows.

Cette façade comporte cinq grandes portes en fer forgé, dont trois donnent accès dans la grande nef et deux dans les berceaux.

L'autre façade présente la même disposition, déduction faite des trois portes centrales qui sont remplacées par la galerie de communication avec la petite serre.

Les fermes courantes ont la forme d'un double **T** ; elles sont à croisillons et leur hauteur décroît de la base au sommet : cette hauteur est de 0m 85 au pied et de 0m 60 à la clé (fig. 2, pl. XI).




Fig. 4. — Sections étrangères. Vue intérieure d'une grande serre.

Les membrures sont composées de deux cornières de 80 × 80 et d'un certain nombre de semelles de 0m 25 de largeur, et les croisillons sont en fer plat de 70 renforcés lorsqu'il y a lieu.

Les pannes sont également à croisillons ; elles sont placées normalement à la courbe de la ferme ; leur hauteur est constante et égale à 0m 40. Elles sont composées de quatre cornières de 60 × 60 et de deux semelles, l'une supérieure ayant 0m 21 de largeur et l'autre inférieure n'ayant que 0m 13.

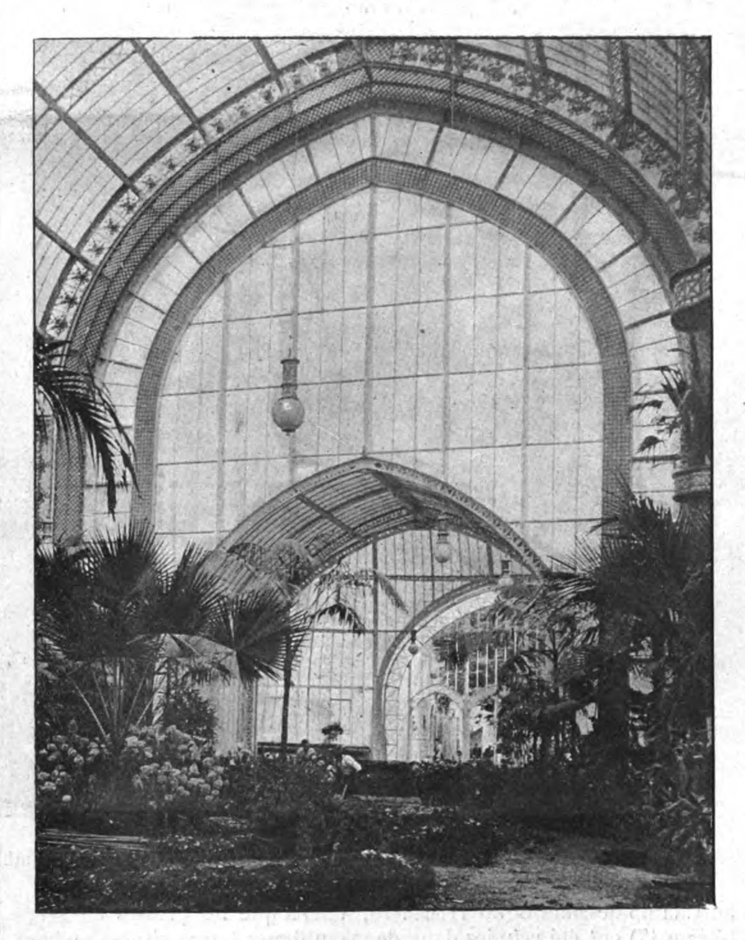


Fig. 5. — Section française. Vue intérieure de la petite serre et de la porte d'entrée.

Les croisillons sont en fer plat de 0m 50 de largeur.

Les fers à vitrage sont en 40 × 45.

Les berceaux et les bow-windows sont composés de petites fermes et

pannes en fer plat et cornières qui reçoivent directement les fers à vitrage dont l'échantillon est en 35 × 40.

Les fermes-pignons ont la même courbure et la même portée que les fermes courantes. Chaque ferme est composée de deux poutres espacées de $1^{m}80$ réunies dans tous les sens par des croisillons.

La poutre intérieure, qui est à âme pleine, a comme hauteur au départ $1^{m}325$, tandis que celle placée extérieurement, qui est à treillis, n'a que $0^{m}85$ ; toutefois les montants de cette dernière sont continués jusqu'au niveau inférieur de la poutre intérieure.

La différence dans la composition et la hauteur des deux poutres a été nécessitée par la décoration extérieure et par le système des portes de fermeture du bâtiment.

Les échantillons des fers employés sont les suivants : cornières de 60 × 60, et semelles de $0^{m}12$ et $0^{m}20$ pour les membrures croisillons de $0^{m}60$ ; contreventements en cornières de 50 × 50.

L'âme de la poutre pleine n'a que 3 millimètres d'épaisseur.

Le rideau vitré, qui est composé d'une ceinture épousant la forme de la ferme, de montants et de fers à vitrage, est lié à la ferme-pignon par des consoles à treillis, qui sont destinées à reporter sur la ferme tous les efforts du vent agissant sur le rideau vitré.

Les pylônes, au nombre de huit, sont composés de quatre montants d'angle en cornières de 80 × 80 réunis par des entretoisements en plat de 60 et en cornières de 70. Ils sont scellés du côté de la Seine sur des poutres en béton armé et du côté du Cours la Reine dans des massifs de maçonnerie.

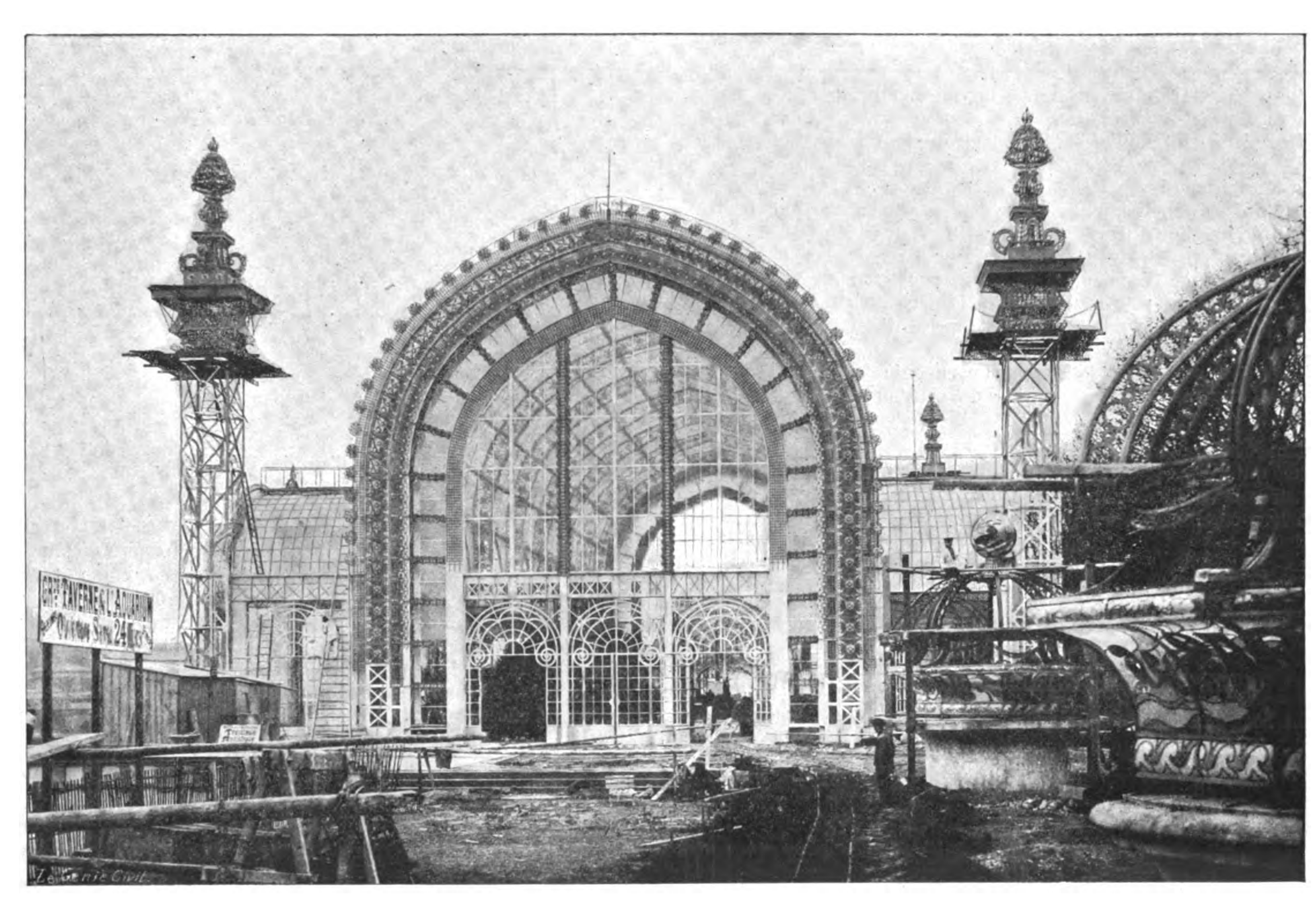


FIG. 6. — PALAIS DE L'HORTICULTURE : Vue de la façade principale de la grande serre des sections étrangères.



FIG. 7. — Section française. Vue intérieure d'une grande serre.

PETITES SERRES EN ROTONDE. — Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la forme des petites serres, en plan, est celle d'un ovale dont le grand axe, perpendiculaire à l'axe longitudinal de la grande serre a 24 mètres, le petit axe 19 mètres et dont la hauteur est de 12 mètres.

Chacune de ces petites serres est composée de deux groupes de cinq demi-fermes, en arc, convergeant au sommet. Les sommets des deux groupes sont réunis par une faîtière.

Cet ensemble de fermes porte cinq cours de pannes dont la projection horizontale est également ovale.

La serre est complètement vitrée et les fers à vitrage partent du sommet pour aboutir à une ceinture placée à la partie inférieure sur un massif de maçonnerie.

L'entrée de ce bâtiment (fig. 5) se trouve du côté opposé à la galerie de communication avec la grande serre. Elle est constituée par une façade décorative composée d'une ferme-pignon de forme ogivale, portant des consoles de manière à créer une marquise, de montants en fers à vitrage et de portes d'entrée.

Le raccordement de cette façade avec la serre se fait au moyen d'une petite galerie de 1 mètre de longueur et l'intersection de cette galerie avec la rotonde est constituée par une ferme à jours.

Quant à la galerie qui réunit la petite serre à la grande, elle comporte deux fermes en ogive, un certain nombre de pannes et des fers à vitrage.

La composition de ces différentes pièces est la suivante :

*Demi-fermes* (hauteur maxima $0^{m}40$ ; minima $0^{m}25$) :

Cornières de 50 × 50 ;
Semelles de $0^{m}120$ de largeur ;
Croisillons de $0^{m}040$ de largeur.

*Fermes de galerie* (hauteur constante $0^{m}25$) :

Cornières de 50 × 50 ;
Semelles de $0^{m}120$ de largeur ;
Croisillons de $0^{m}040$.

*Pannes de rotonde* (hauteur constante 0m25) :

Cornières de 40 × 40 ;
Semelles de 0m100 de largeur ;
Croisillons de 0m035 de largeur.

*Pannes des galeries* (hauteur constante 0m20) :

Cornières de 40 × 40 ;
Semelle de 0m09 de largeur ;
Croisillons de 0m035 de largeur ;
Fers à vitrage : 40 × 45.

*Aménagement.* — Pour faciliter le service des serres, on a prévu une grande quantité de châssis vitrés ouvrants, ainsi que des croisées à deux vantaux pour l'aération.

Une série de tringles placées extérieurement assurent la pose des claies sur le vitrage, et celles placées intérieurement permettent la pose de velums.

Enfin des escaliers et chemins de service règnent sur tous les bâtiments de manière à pouvoir accéder dans toutes les parties.

Les eaux pluviales sont recueillies par des chéneaux placés entre les berceaux, et l'écoulement s'effectue par des tuyaux de descente renfermés dans les poteaux qui forment l'intersection des bow-windows.

Le poids total de métal employé dans les Palais de l'Horticulture s'élève à 810 tonnes environ.

Quant au montage des différentes parties de l'ossature, il a été effectué d'une manière courante par des échafaudages roulants et des chèvres.

Le projet des Palais de l'Horticulture est dû à M. Gautier, architecte, qui a réussi à leur donner un cachet très artistique ; et leur construction a été exécutée par la maison Kessler et Cie, d'Argenteuil (anciens établissements Joly).

M. Adémar.

## CONSTRUCTIONS CIVILES

### USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE LA PRAZ (SAVOIE)

La Société électro-métallurgique française possède quatre importantes usines : à Froges et à Champ (Isère), à Gardanne (Bouches-du-Rhône) et à la Praz (Savoie). Ces différentes usines livrent à l'industrie de l'aluminium, pur et sous forme d'alliages, du silicium, du carbure de calcium, etc.

Nous nous proposons de décrire plus particulièrement ici les moyens employés pour produire l'énergie à l'usine de la Praz (près Modane).

Cette usine est située sur la rive gauche de la rivière l'Arc, près de la ligne du chemin de fer du Mont-Cenis. La figure 6 qui embrasse toute la vallée de l'Arc à cet endroit donne une idée assez nette de la position de l'usine.

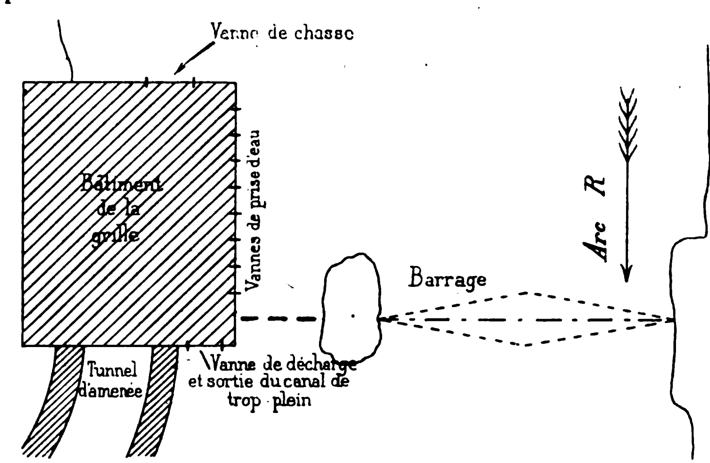



Fig. 1. — Prise d'eau des Pyes : Plan.

*Force motrice et prise d'eau.* — La force motrice nécessaire est empruntée à la rivière, au moyen de deux conduites en tôle d'acier, ayant respectivement des longueurs de 1 200 mètres et 1 000 mètres et des diamètres de 2 mètres et 2m40. Les hauteurs de chute utilisées sont de 33 mètres pour la première conduite et de 72 mètres pour la conduite à haute pression. La conduite à basse pression est située tout entière sur la rive gauche de l'Arc. La grande conduite est en majeure partie sur la rive droite et traverse la rivière tout près de l'usine ; nous verrons plus loin par quel moyen original cette traversée a été effectuée.

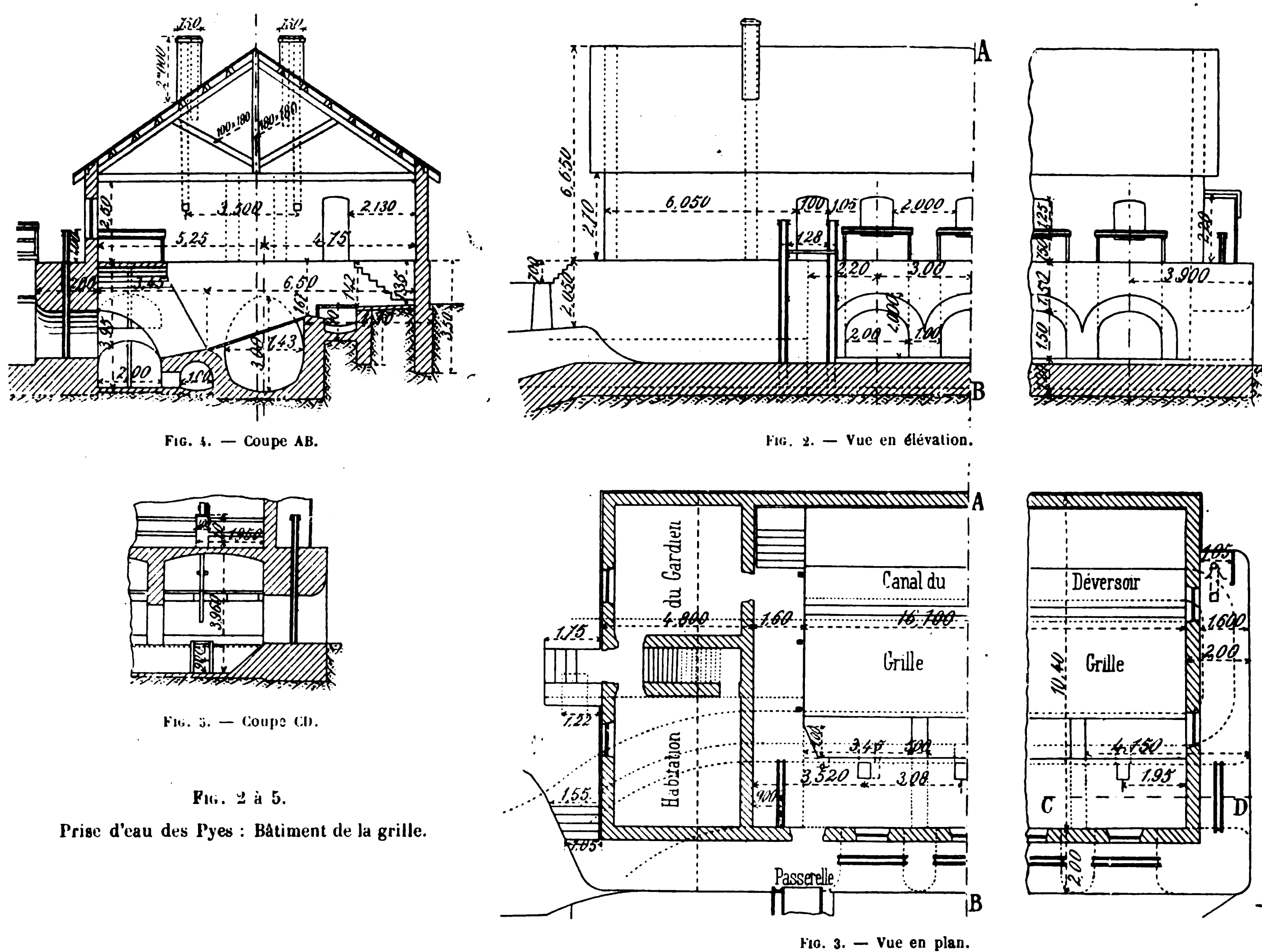



Fig. 4. — Coupe AB.

Fig. 2. — Vue en élévation.

Fig. 5. — Coupe CD.

Fig. 3. — Vue en plan.

Fig. 2 à 5. Prise d'eau des Pyes : Bâtiment de la grille.

La prise d'eau de la conduite à haute pression est située aux Pyes. Le barrage de la rivière de l'Arc y est obtenu (fig. 1) au moyen

d'une vanne principale, de 14 mètres d'ouverture, 3 mètres de hauteur et 4 mètres de levage. La poussée de la vanne est reçue par un chemin de roulement, au moyen de 20 galets en bronze d'aluminium, de sorte qu'un seul homme peut la faire manœuvrer et monter de 3 mètres en une heure. Cette vanne est composée de 10 fermes en fer en U, forme poisson, de 2 mètres de flèche, réparties suivant la pression, et d'un tablier de mélèze de 5 centimètres d'épaisseur.

Cet ouvrage a été exécuté d'après les plans de M. Héroult, par la maison Brenier et Neyret, de Grenoble.

Il y a, en plus, trois vannes de 2m50, pour désabler la rivière aux abords de la prise d'eau.

La grille de prise d'eau et le canal d'amenée sont compris entre deux canaux de nettoyage (fig. 2 à 5): l'un, en avant, pour les graviers, sable, etc.; l'autre situé en arrière de la grille sous le plancher de manœuvre.

Le premier de ces deux canaux peut être nettoyé :

1° Par une chasse faite en ouvrant les vannes de décharge aval et de chasse amont (fig. 1);

2° En ouvrant les vannes à gravier qui le font communiquer avec la branche souterraine du second canal de nettoyage.

Ce dernier sert de trop-plein et enlève les feuilles et corps flottants.

*Salle des machines.* — L'eau sous pression amenée par les conduites met en mouvement des turbines à axe horizontal ou vertical qui, à leur tour, actionnent les dynamos génératrices.

La puissance totale est répartie de la manière suivante :

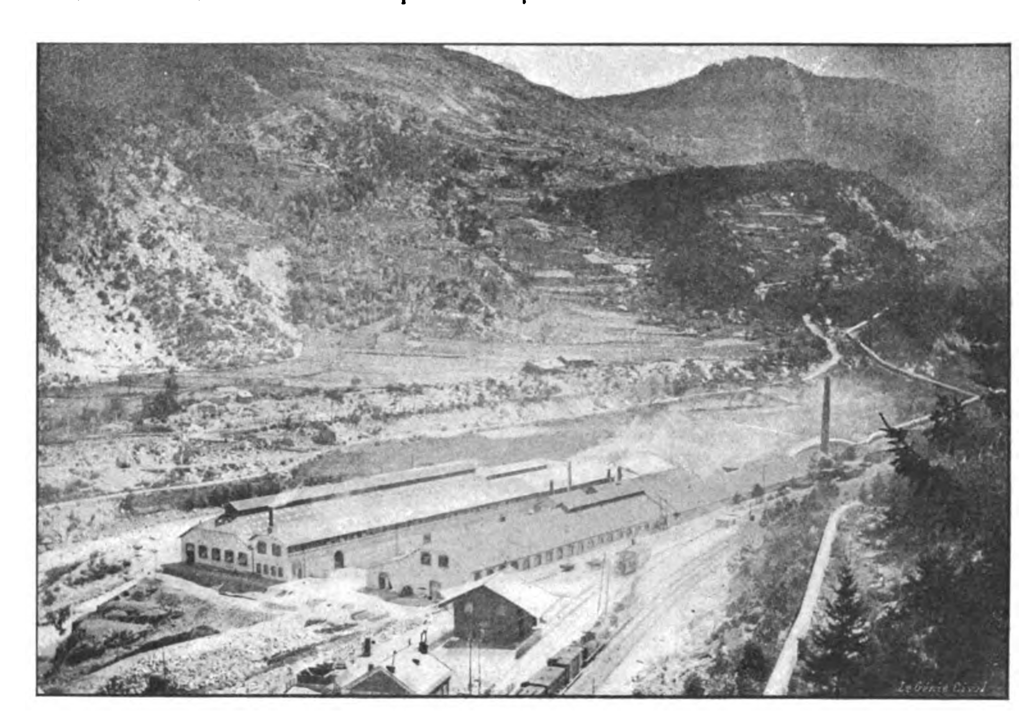


Fig. 6. — Usine de La Praz : Pont et tuyau de la haute chute.

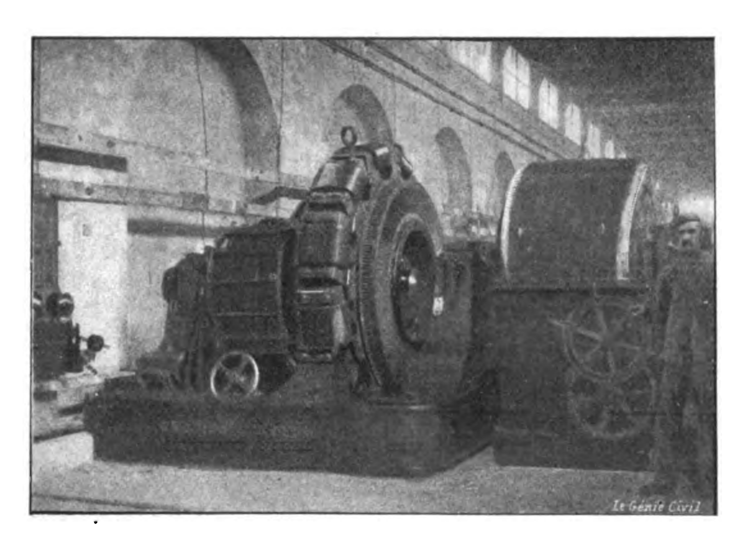


Fig. 7. — Dynamo de 530 chevaux et sa turbine.

A. — Sur la conduite à haute pression :

16 dynamos de 530 chevaux (3000 ampères, 130 volts) commandées chacune par une turbine Girard marchant dans le vide barométrique (colonne d'eau aspirante de 9 mètres);
3 dynamos de 250 chevaux — 50 volts;
1 dynamo de 250 chevaux — 120 volts (lampes à incandescence et moteurs);
1 dynamo de 120 chevaux — 65 volts (lampes à arc);
1 alternateur de 800 chevaux;
1 alternateur de 350 chevaux;
1 turbine de 350 chevaux (laminoirs);
1 turbine de 250 chevaux (charbon).

Soit, au total, environ 10500 chevaux;

B. — Sur la conduite basse pour les eaux d'été :

2 dynamos à courant continu de 800 chevaux — 65 volts;
2 dynamos unipolaires de 350 chevaux — 40 volts;
1 dynamo de 50 chevaux — 65 volts (lumière);
1 petite turbine commandant l'atelier.

Soit, au total, environ 2400 chevaux.

La force motrice totale dont sont capables, sans surcharge, les machines de l'usine de la Praz est donc supérieure à 12500 chevaux.

Les turbines sont rangées en une seule file. Ces turbines, à axe horizontal, fournies par la maison Brenier et Neyret actionnent les dynamos de 530 chevaux du système Thury, qui ont été construites par les ateliers du Creusot (fig. 7). La plupart des autres groupes électrogènes livrés par les mêmes constructeurs (dynamos à courant continu et alternateurs) sont à axe horizontal. La figure 8 représente l'alternateur de 800 chevaux destiné aux essais et sa turbine.

La maison Escher Wyss, de Zurich, a fourni, au début de l'installation, les dynamos placées dans l'usine primitive et dont les turbines à axe vertical sont alimentées par la conduite à basse pression.

Un pont roulant à main de 30 tonnes, construit par MM. Bietrix, Leflaive, Nicolet et Cie, de Saint-Étienne, est utilisé pour le service de la salle des machines.

**Conduites d'eau.** — Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, l'installation comporte deux conduites : la première, celle dite à basse pression, qui utilise une hauteur de chute de 33 mètres a été construite par la maison Broyet de Saint-Étienne ; la seconde, dite à haute pression, pour laquelle la hauteur de chute est de 72 mètres, a été livrée par la maison Broyet (partie amont), et la maison Bietrix, Leflaive, Nicolet et Cie (partie aval).

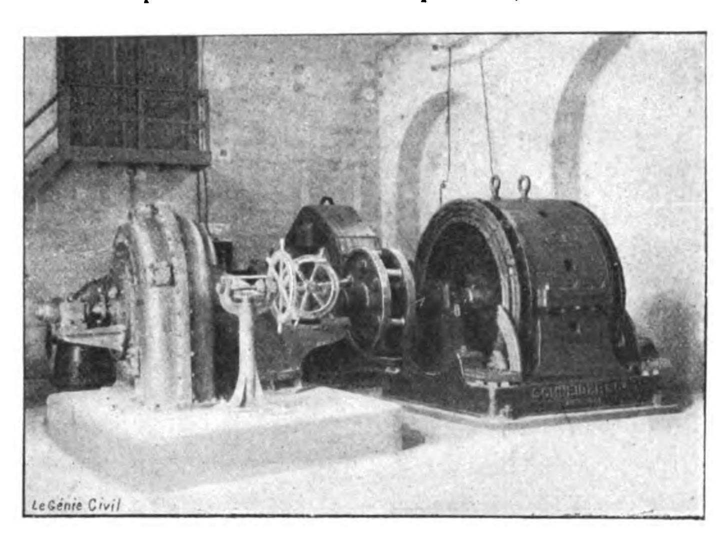


Fig. 8. — Alternateur de 800 chevaux et sa turbine.

Conduite a haute pression. — Nous allons donner quelques détails au sujet de la conduite à haute pression qui est doublement intéressante, en raison de la puissance qu'elle transmet, 10000 chevaux, et de la solution que l'on a adoptée pour lui faire franchir l'Arc.

La longueur développée de la conduite, y compris le collecteur pour les prises d'eau des turbines, est de 1020 mètres ; son diamètre intérieur est uniformément de 2m40 depuis la sortie du bassin de décantation jusqu'à l'origine du collecteur. Ce dernier est de diamètre

décroissant depuis $2^m 40$ jusqu'à $1^m 80$. La vitesse de l'eau dans la conduite est de $2^m 75$ environ.

Les tôles employées à la construction de la conduite, et qui ont été fournies par la Compagnie des Forges et Aciéries de Saint-Étienne, ont des épaisseurs variables depuis 5 millimètres à la prise d'eau, jusqu'à 15 millimètres au commencement du collecteur; dans la traversée de l'Arc, quelques viroles des naissances ont une épaisseur de 16 millimètres; les tôles du collecteur ont toutes 15 millimètres d'épaisseur.

La conduite a été exécutée à Saint-Étienne, par tronçons de $6^m 50$ de longueur, donnant une longueur utile de $6^m 40$ entre deux rivures consécutives. Dans les courbes, les tronçons ont des longueurs variables et qui dépendent de l'importance de la courbure.

Fig. 9. — Usine de La Praz : Montage de l'arc tubulaire en tôle d'acier de $2^m 40$ de diamètre.

La conduite n'a aucun joint de dilatation, les courbes qu'elle présente permettant une dilatation facile du métal. Elle repose en grande

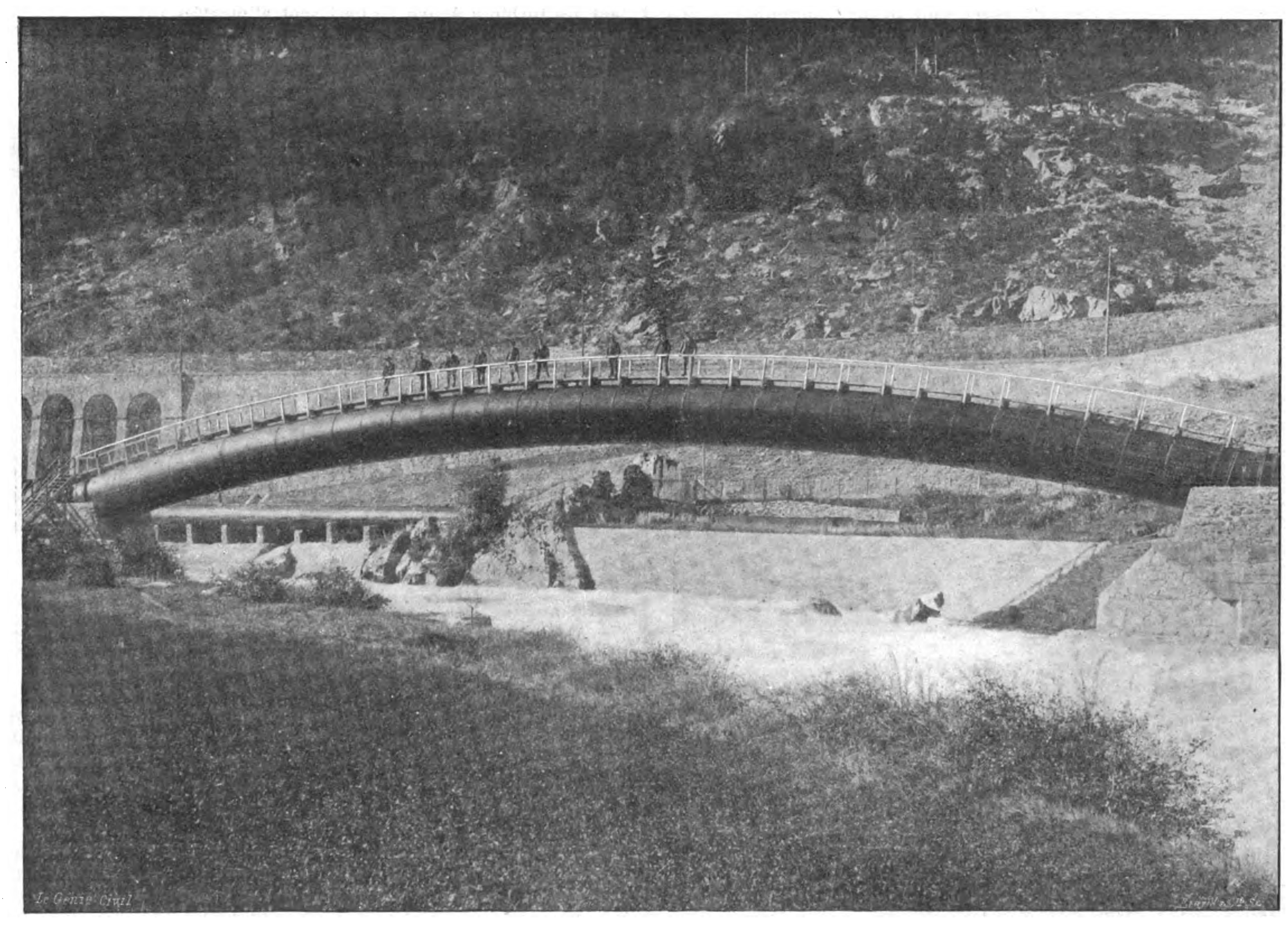


Fig. 10. — Usine hydro-électrique de La Praz : Conduite en tôle d'acier de $2^m 40$ de diamètre servant de passerelle (Portée : 50 mètres).

partie sur le sol ou dans des tranchées de faible profondeur. Dans certaines zones, pour éviter des angles trop aigus, elle passe au-dessus du sol et est supportée dans ce cas par des piles en maçonnerie.

Le poids total de la partie métallique de l'ouvrage est de 785 000 kilogr. environ.

*Traversée de l'Arc.* — La traversée de la rivière l'Arc est effectuée sans aucun support intermédiaire. M. Héroult, directeur de l'usine de la Praz, proposa de franchir la distance de 50 mètres, qui sépare les deux rives, à l'aide d'une tubulure à fibre moyenne circulaire, de même diamètre que le reste de la conduite, et ne présentant aucune armature. M. Rateau donna quelques indications utiles sur cette question.

M. Seyrig, consulté par la maison Bietrix, Leflaive, Nicolet et Cie au sujet de cet intéressant projet, en fit une étude préliminaire et conseilla de munir la conduite de consoles en tôle placées aux naissances et chargées de reporter la poussée sur les parements verticaux des culées. M. Héroult, après avoir examiné la question et fait des expériences pratiques sur un petit modèle, conclut à la possibilité de faire reposer l'arc sur des culées sans interposition de consoles,

et prit la responsabilité de la construction exécutée dans ces conditions. L'expérience a d'ailleurs confirmé ses prévisions, car la conduite, mise en charge au mois de janvier 1898, n'a pas eu le moindre accident.

Les viroles noyées dans les culées sont simplement pourvues de cornières, disposées de mètre en mètre, pour empêcher tout déplacement des naissances. Afin d'éviter le dévers, on a prévu également des cornières longitudinales noyées dans la maçonnerie. Les massifs de béton formant culées sont d'ailleurs traversés par des barres de fer qui permettent de les considérer pratiquement comme des monolithes.

*Calculs de résistance.* — Nous avons déjà fait connaître [1] les calculs graphiques de résistance de cet arc tubulaire, considéré comme encastré à ses deux extrémités. On peut admettre que l'arc se trouve bien dans ces conditions : le déplacement des naissances est, en effet, empêché par les cornières et, de plus, la conduite se prolonge de plusieurs centaines de mètres de part et d'autre des naissances ; on peut donc dire qu'elle est encastrée dans ses prolongements.

La calcul des efforts développés dans le métal conduit à cette conclusion que les forces élastiques maxima se produisent lorsque l'arc est rempli, mais *non en charge*. Quand la conduite se remplit au-dessus de l'arc, la pression intérieure tend à soulever ce dernier et, par suite, agit en sens inverse de la pesanteur.

En résumé, le calcul donne les résultats suivants :

1° Forces élastiques résultant des pressions hydrostatiques seules : $f = \frac{6,8 \times 240}{2 \times 1,5 \times 100} = 5^{kg}\,450$ par millimètre carré de section brute, soit $7^{kg}\,250$ par millimètre carré de section nette ;

2° Poussée horizontale sur les culées [2] : $Q = 301$ tonnes.
Réaction verticale sur les culées : $V = 142$ tonnes.

3° Forces élastiques produites par la pesanteur : Ces forces se déduisent de la connaissance de la poussée, du polygone des pressions et des points réciproques.

On obtient, pour les différentes sections, les résultats consignés dans le tableau ci-après, qui donne les composantes, normales aux sections, des forces élastiques pour les fibres d'intrados et d'extrados. Les forces élastiques tangentielles varient de 0 kilogr. à $0^{kg}\,48$ par millimètre carré ; on peut donc les négliger devant les forces élastiques normales.

| Distance de la section considérée à la culée. | | 0 mètre | 5 mètres | 10 mètres | 15 mètres | 20 mètres | 25 mètres |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | | Kilogr. | Kilogr. | Kilogr. | Kilogr. | Kilogr. | Kilogr. |
| Forces élastiques normales. | Intrados. | + 4,300 | + 4,375 | — 2,625 | — 1,950 | — 6,330 | — 7,180 |
| | | + 5,750 | + 5,820 | — 3,500 | — 6,600 | — 8,400 | — 9,600 |
| | Extrados. | + 10,000 | + 6,120 | + 2,710 | + 4,375 | — 0,875 | — 1,750 |
| | | + 13,400 | + 8,200 | + 3,600 | + 5,850 | — 1,170 | — 2,330 |

Le signe + indique les forces élastiques de compression, le signe — s'applique aux forces d'extension ; les chiffres en première ligne concernent les ections pleines, ceux en seconde ligne sont relatifs aux sections découpées par les trous de rivets.

Les efforts précédents peuvent être considérés comme ceux d'une surcharge d'épreuve qui ne se présente que tout à fait exceptionnellement et pendant un temps très court (durée du remplissage de la conduite). En régime normal, les forces élastiques normales, diminuées par la pression intérieure, ne dépassent pas $4^{kg}\,750$ par millimètre carré de section brute, soit $6^{kg}\,350$ par millimètre carré de section nette.

*Traçage et montage.* — Le traçage et le montage de l'arc ont été effectués sous la direction de M. Ferrier, Ingénieur de la maison Bietrix, Leflaive, Nicolet et Cie. Aucun accident ne s'est produit pendant le montage.

Celui-ci a été fait en utilisant une passerelle de service (fig. 9) qui a été enlevée depuis, l'arc lui-même servant maintenant de passerelle (fig. 10). Les tronçons amenés par la passerelle de service étaient rivés successivement à partir de chaque culée, de manière à former deux avant-becs en porte-à-faux venant finalement se rejoindre à la clé.

Les viroles, pesant chacune 6 000 kilogr. environ, étaient soulevées et soutenues pendant le rivetage au moyen de deux chèvres placées de part et d'autre de la conduite. La figure 9, qui reproduit une vue prise immédiatement avant la mise en place de la dernière virole, montre bien la méthode employée pour effectuer le montage.

A. Laponche,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## MÉCANIQUE

### PONT TOURNANT DE 33 MÈTRES D'OUVERTURE
**sur le « Chicago River », à Chicago.**

La Compagnie du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway vient de faire construire sur le Chicago River, à Chicago, un pont tournant métallique destiné à remplacer un ancien pont tournant en bois de $49^{m}\,10$ de longueur. Le nouvel ouvrage, qui est un pont tournant à culasse, à simple voie, est remarquable par ses dimensions et par les dispositifs qui ont été adoptés pour assurer son fonctionnement.

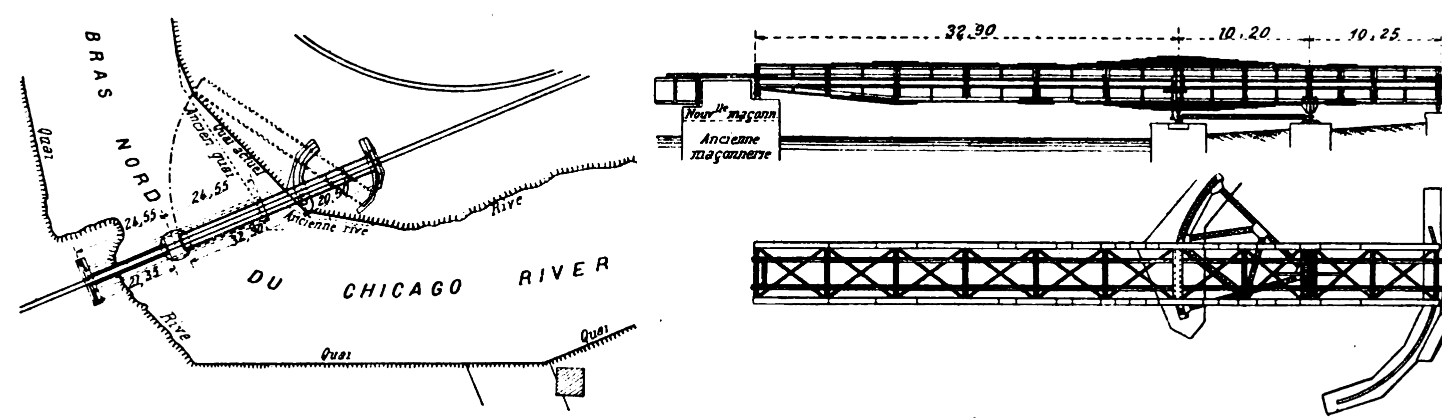



Fig. 1. — Plan de situation du pont tournant.

Fig. 2 et 3. — Élévation et plan du pont tournant.

Comme on le voit sur la figure 1, le pont est placé sur un coude assez brusque de la rivière, qui constituait jusqu'alors l'un des plus difficiles des nombreux passages rétrécis que l'on rencontre sur ce cours d'eau où la navigation est très active.

Sur ce plan (fig. 1), les lignes pointillées indiquent la position de l'ancien pont en bois dont on voit la pile cylindrique centrale ; les lignes pleines représentent le nouveau pont métallique à culasse. On remarquera que la pile centrale de l'ancien pont a été laissée en place ; on a simplement modifié sa partie supérieure, et elle sert de support à l'extrémité de la nouvelle travée tournante et à l'une des extrémités de la travée fixe de $21^{m}\,35$ de longueur qui la relie au bord de la rivière. Toutefois, en plaçant sur l'autre rive la pile de support de la nouvelle travée tournante, et en entaillant convenablement cette même rive, en a considérablement élargi et rectifié, en cet endroit difficile, le passage libre offert à la navigation.

Outre l'ancienne pile, la substructure de la travée tournante comprend (fig. 2 et 3) : une culée courbe qui supporte la culasse de cette travée, une pile sur laquelle reposent les galets destinés à supporter la plus grande partie du poids de la travée, et enfin une petite pile qui constitue le pivot proprement dit du pont tournant.

Cette travée tournante métallique a $53^{m}\,40$ de longueur totale. La distance de l'axe de rotation à l'extrémité du grand bras est de $43^{m}\,10$ ; sa distance à l'extrémité du petit bras est de $10^{m}\,25$. Quant à la distance de la couronne ou segment de galets à l'extrémité du grand bras, elle est de $32^{m}\,90$.

(1) Bulletin de la *Société l'Industrie Minérale*, tome XIII, 3e livraison, 1899.

(2) Pour un arc encastré à ses deux extrémités, la poussée Q est donnée par la formule :

$$Q = \frac{\int_A^B (My + r^2 Sx) \frac{ds}{I}}{\int_A^B (y^2 + r^2) \frac{ds}{I}},$$

dans laquelle M désigne, pour tout point G de la fibre moyenne AB de l'arc, le moment de flexion produit en ce point par les forces horizontales données ; $Sx$ désigne la somme des projections horizontales des forces situées à gauche du point G (ici $Sx = 0$) ; $y$ désigne l'ordonnée du point G comptée depuis la ligne de fermeture de l'arc. La formule précédente se construit graphiquement au moyen de deux polygones funiculaires.

Les poutres principales, à âme pleine, ont une hauteur de $2^{m}75$, qui va en diminuant jusqu'à $1^{m}85$ (fig. 2), à l'extrémité du grand bras. Elles sont espacées de $4^{m}35$ d'axe en axe. Les semelles de ces poutres sont formées de cornières de $0{,}20 \times 0{,}20 \times 0{,}02$ et de plaques de tôle de $0{,}46 \times 0{,}013$ ; au point où leur section est maximum, elles comprennent sept de ces plaques, représentant une section totale de 550 centimètres carrés.

Le pont est divisé en dix panneaux (fig. 3) par les pièces de pont qui s'étendent depuis $0^{m}025$ au-dessous de la base des rails jusqu'à la partie inférieure des poutres principales. Les longrines sont espacées de $2^{m}15$ d'axe en axe. Les contreventements sont constitués par des cornières, assemblées au moyen de goussets avec les semelles inférieures des poutres principales et des pièces de pont.

Le poids du pont repose presque entièrement, comme on l'a indiqué précédemment, sur une couronne de galets mobile. Ces galets sont au nombre de 24 ; ils ont $0^{m}46$ de diamètre et $0^{m}25$ de largeur. Ils sont maintenus en position par un châssis triangulaire (fig. 2 et 3), articulé sur un pivot central en fonte reposant sur la pile d'axe.

Le poids du pont est réparti sur la couronne de galets au moyen d'une poutre en caisson (fig. 4 et 5), raidie par des consoles extérieures. La semelle inférieure de cette poutre est dressée en biseau de façon à constituer un chemin de roulement pour les galets ; elle a $5^{m}85$ de longueur et son épaisseur, au point où elle est maximum, est de $0^{m}04$.

On voit sur les figures 4, 5 et 6 que les galets sont maintenus en position, intérieurement par une poutre circulaire, et extérieurement par une cornière de $0{,}15 \times 0{,}10 \times 0{,}015$, sur laquelle on a fixé une crémaillère de même taille que celle que porte le chemin de roulement fixe des galets. Ce chemin de roulement est en fonte ; il a $0^{m}25$ de hauteur, et les plaques d'acier, dont il est muni à sa partie supérieure, ont $0^{m}038$ d'épaisseur. Il est assujetti à la pile en maçonnerie par des boulons de $0^{m}025$.

Le pont s'ouvre en décrivant un angle de 57° 7' et dans un sens seulement, comme on le voit sur la figure 1. La couronne de galets se déplace avec une vitesse deux fois moindre que celle du pont et, afin de maintenir le pont et la couronne dans leurs positions relatives, on a employé un train d'engrenages. Dans ce but, on a fixé,

Fig. 7.

Fig. 5. — Coupe YZ.

Fig. 4. — Coupe transversale.

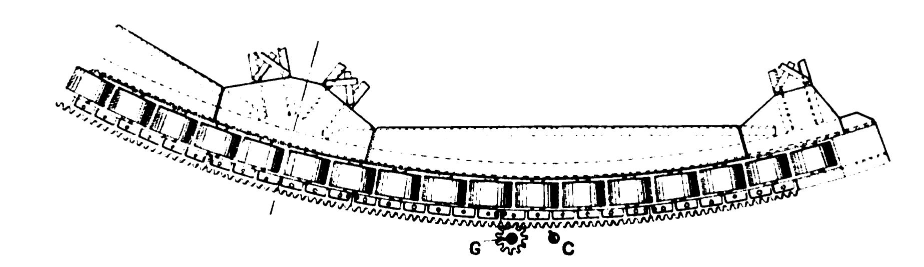



Fig. 6. — Plan de la couronne de galets.

Fig. 4 à 7. — Détails du pont tournant.

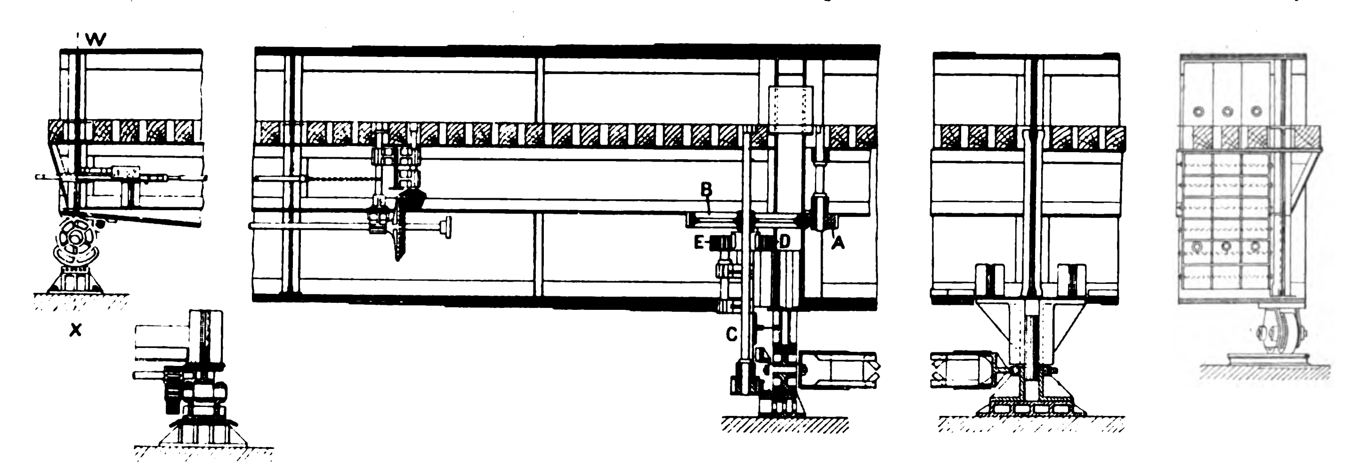



Fig. 10. — Coupe WX.

Fig. 8. — Coupe longitudinale.

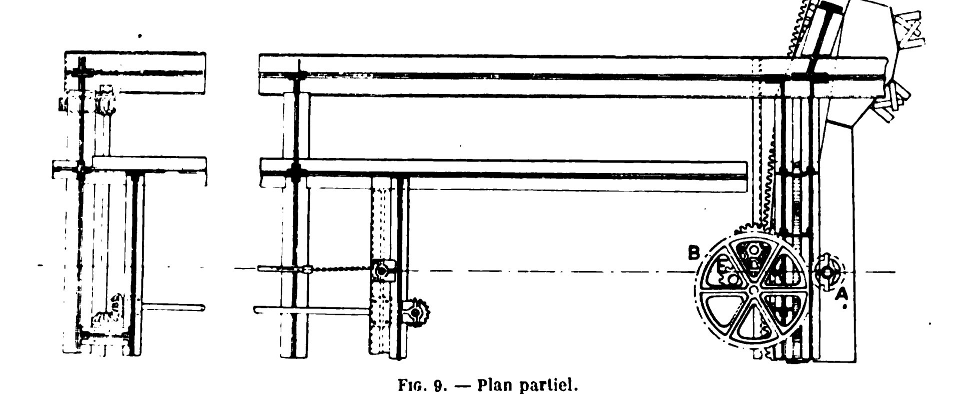
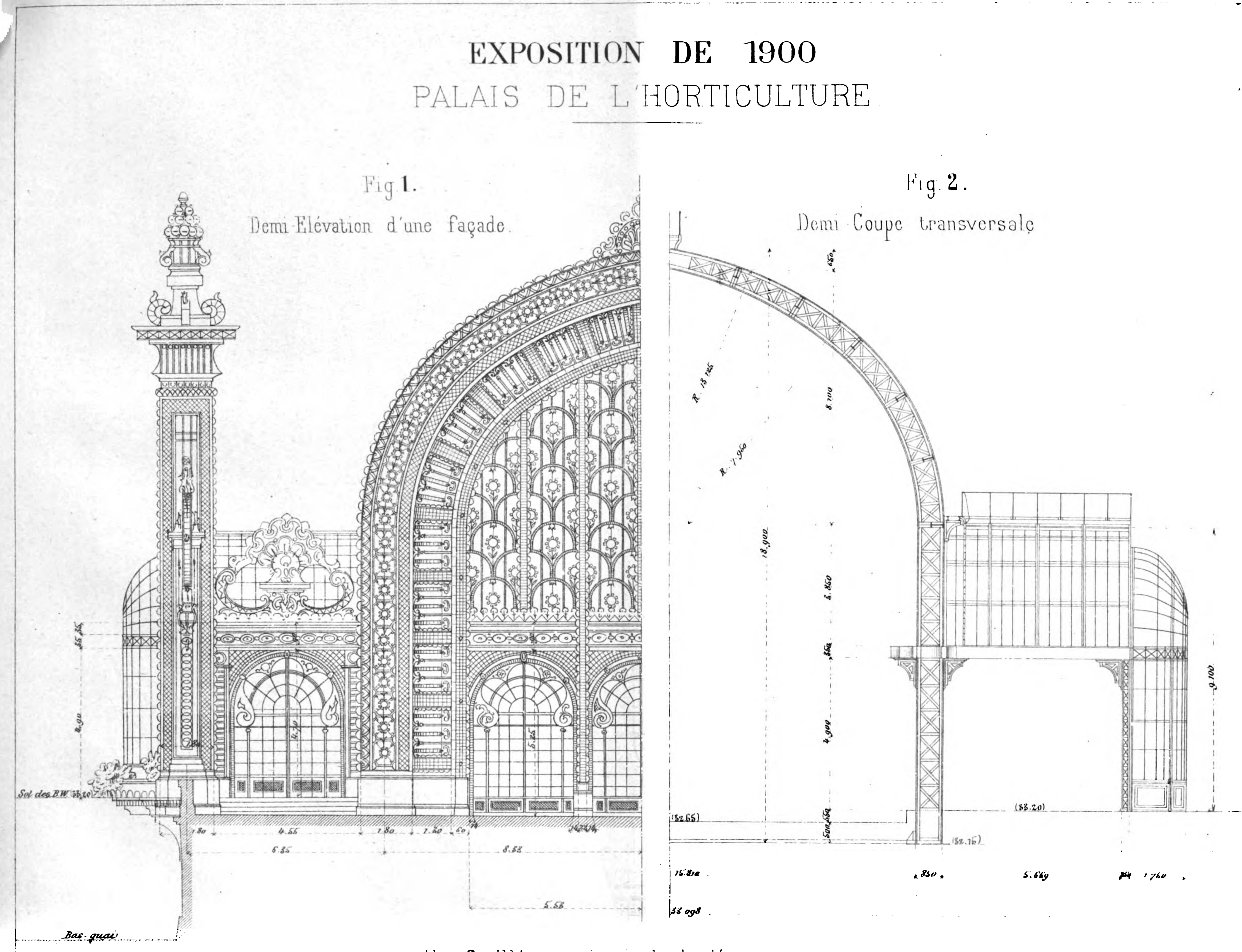



Fig. 9. — Plan partiel.

Fig 8 à 10. — Coupe longitudinale, plan partiel et coupe WX du pont tournant.







EXPOSITION DE 1900
PALAIS DE L'HORTICULTURE
Fig. 1.
Demi-Élévation d'une façade.
Fig. 2.
Demi Coupe transversale
Sol des B.W.
Bas-quai

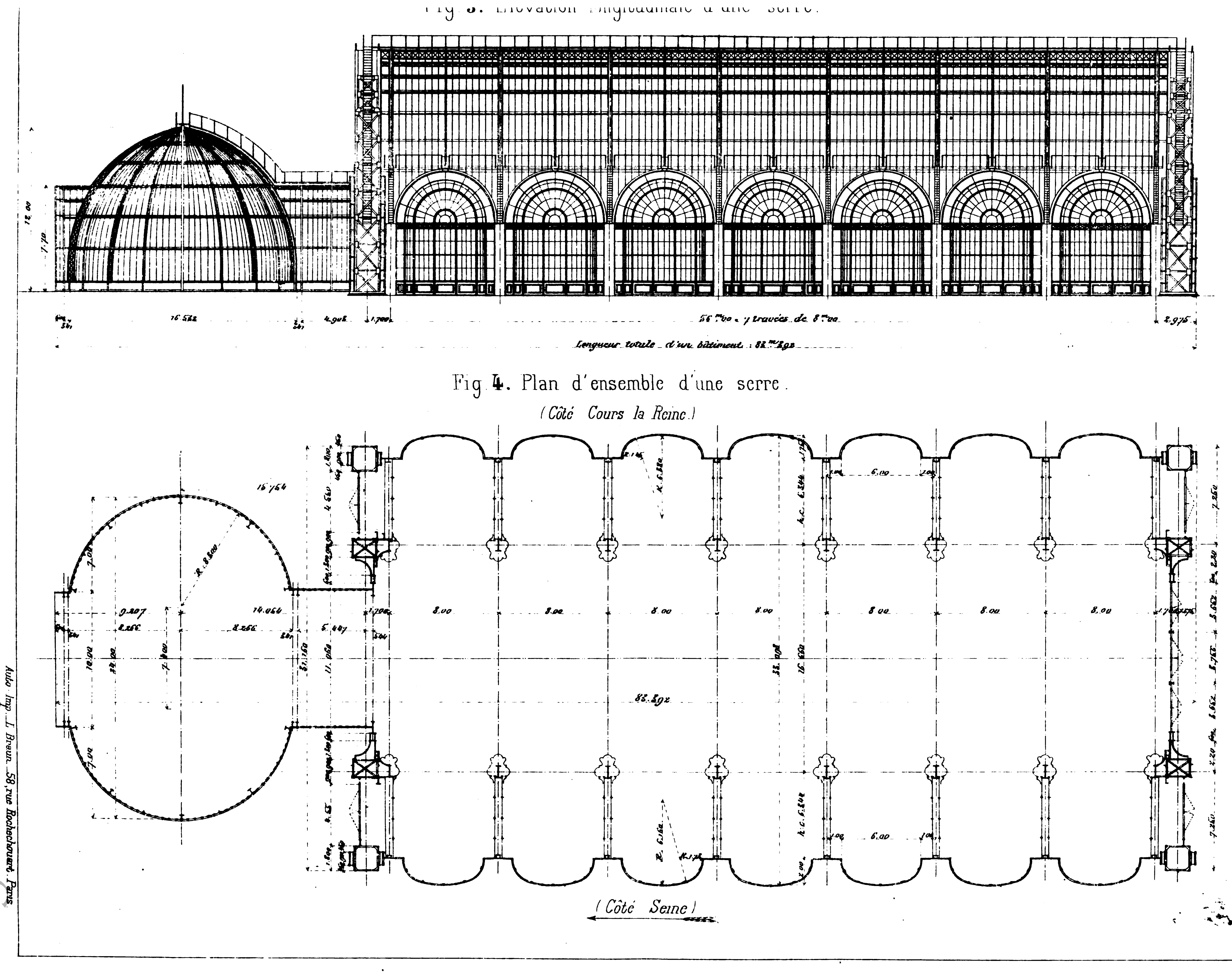



Fig. 4. Plan d'ensemble d'une serre.

Auto Imp. L Breun. 58, rue Rochechouart. Paris

comme il a été indiqué, une crémaillère sur le chemin de roulement du pont et une autre sur la couronne de galets; un pignon, calé sur un arbre C, engrène (fig. 4) avec la première, et un autre pignon de même taille, calé sur un arbre G, engrène avec la seconde. D'autre part, l'arbre du moteur porte, comme on le voit sur la figure 7 qui montre en plan la position relative des différents arbres, un pignon A engrenant avec la roue dentée B calée sur l'arbre C. Un pignon D, monté sur ce même arbre C, juste au-dessous de la roue B, engrène avec une roue folle E, qui engrène elle-même avec la roue dentée F, calée sur l'arbre G qui actionne la couronne de galets. Le pignon D et le pignon fou E ont la même taille qui est la moitié de celle de la roue dentée F.

Le mécanisme de soulèvement et de verrouillage de l'extrémité du pont est représenté par les figures 8, 9 et 10. Le premier de ces mécanismes consiste en un secteur de galet, dont l'axe a une excentricité de 0m025, de sorte que, lorsque cet axe fait une demi-révolution, le pont se soulève de 0m 05. Le secteur de galet repose sur un support en fonte dont on peut régler la hauteur. Le mécanisme de soulèvement est actionné par un arbre, installé en travers du pont et actionné par un arbre longitudinal; il faut un tour et demi de l'arbre transversal pour effectuer le soulèvement de l'extrémité du pont. Ce même arbre actionne par engrenages le mécanisme de soulèvement des rails (fig. 11 et 12), qui est installé dans les mêmes conditions que le mécanisme précédent et est actionné par un excentrique.

Le mode de construction de l'extrémité du long bras de la travée tournante ne présente, comme on le voit sur les figures 8 à 12, aucune particularité.

Le petit bras de cette travée a 20m 50 de longueur et il est lesté de 51 tonnes de fonte. C'est en ceci qu'apparait l'avantage de l'emploi d'une poutre transversale de support reposant sur un segment de couronne de galets : si l'on avait employé un tambour de rotation complet, la longueur effective du petit bras se serait trouvée réduite de près de la longueur du diamètre de ce tambour.

Les contrepoids sont des blocs de fonte rectangulaires (fig. 8); ils couvrent, en plan, un espace de 0m 90 sur 0m 90, et sont placés entièrement au-dessous de la ligne du tablier du pont.

L'extrémité du petit bras repose sur deux galets, de 0m 46 de diamètre, se déplaçant sur un rail circulaire. La charge que supportent ces galets est juste suffisante pour donner en tout temps une réaction.

Les mécanismes de commande du pont sont actionnés par un moteur électrique de 25 chevaux, placé juste en avant de la poutre à caisson transversale. Comme on l'a vu, le pignon de l'arbre du moteur engrène avec une grande roue dentée calée sur l'arbre de commande principal. Cette roue dentée est mobile sur son axe et porte à chaque extrémité de son moyeu un dispositif d'embrayage. Lorsqu'elle tourne dans un sens, l'un des embrayages actionne le mécanisme qui soulève l'extrémité du pont; lorsqu'elle tourne dans l'autre sens, l'autre embrayage actionne le mécanisme de rotation du pont. Quant à l'appareil de verrouillage, c'est un verrou ordinaire à ressort actionné à la main.

Ce pont, dont nous empruntons la description à l'*Engineering News*, a été construit par les American Bridge Works, de Chicago. Le montage et le rivetage de la travée tournante ont été effectués dans sa position

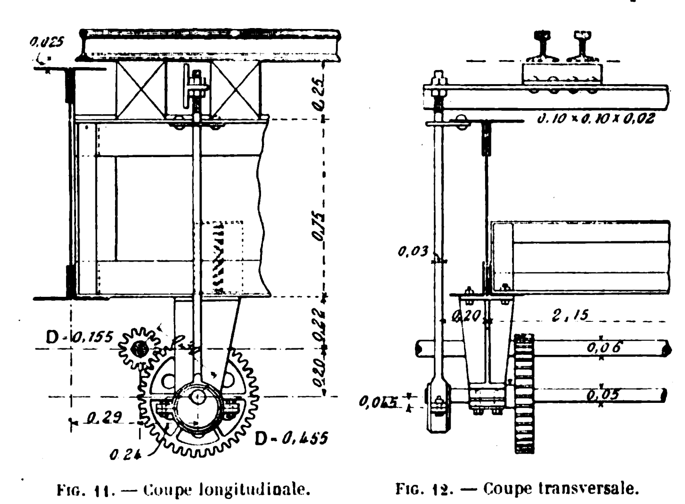



Fig. 11. — Coupe longitudinale. Fig. 12. — Coupe transversale.

Fig. 11 et 12. — Détails du mécanisme de soulèvement.

d'ouverture. On commença par établir cette travée à 0m 75 au-dessous de son niveau définitif, en laissant de côté le pivot central en fonte, la couronne de galets et le châssis triangulaire. On souleva ensuite la travée à la hauteur voulue au moyen de vérins; on installa au-dessous d'elle les parties précédemment omises; on mit en place les traverses et les rails, puis on fit tourner la travée, l'ancien pont en bois ayant été, à cet effet, enlevé en partie.

Le poids total de la travée métallique tournante est de 224 tonnes, représentées par 150 tonnes d'acier, 14 tonnes de fonte, non compris le contrepoids, et 9 tonnes d'arbres de transmission, en acier fondu, et autres accessoires.

## LÉGISLATION

### CONDITIONS DE L'ÉLECTORAT ET DE L'ÉLIGIBILITÉ aux Conseils de Prud'hommes.

Le Parlement est actuellement saisi d'un certain nombre de projets relatifs à des modifications diverses à introduire dans l'organisation des Conseils de Prud'hommes.

Ces projets de réforme n'ont pas seulement pour objet d'étendre la compétence des Conseils à une plus grande diversité de matières et à un plus grand nombre de justiciables; ils tendent aussi à simplifier les conditions de l'électorat et l'éligibilité, de manière à constituer plus d'éligibles et plus d'électeurs.

Les règles actuelles de l'électorat et de l'éligibilité aux Conseils de Prud'hommes sont déterminées par le décret du 11 juin 1809, par celui des 27 mai et 5 juin 1848, et par la loi du 1er juin 1853, laquelle a été elle-même modifiée par les lois des 7 février 1880, 24 novembre 1883 et 11 décembre 1884. Cette succession ininterrompue de modifications, auxquelles d'autres réformes vont encore faire suite, semble devoir être expliquée par cette considération que l'institution judiciaire des Prud'hommes a toujours été en rapports étroits avec les évolutions de la politique.

On sait que les membres des Conseils de Prud'hommes sont élus par les patrons d'une part, et, d'autre part, par les chefs d'atelier, contremaîtres et ouvriers appartenant aux industries dénommées dans les décrets d'institution [1].

Les conditions requises de ces diverses catégories d'électeurs pour jouir du droit électoral sont les suivantes :

Pour les patrons, vingt-cinq ans d'âge, cinq ans de patente, et trois ans de domicile dans la circonscription du Conseil; nécessité d'être *fabricant* et non seulement marchand, et même de l'être encore au jour du vote;

Pour les chefs d'atelier, contremaîtres et ouvriers, vingt-cinq ans d'âge, cinq ans d'exercice et exercice actuel de la profession, et trois ans de domicile dans la circonscription du Conseil;

Enfin pour les patrons et ouvriers, indistinctement, nécessité d'appartenir aux fabriques mêmes comprises dans le ressort du Conseil par le décret d'institution, et exclusion des étrangers et des individus frappés de déchéance par l'article 15 de la loi du 2 février 1852 *sur les élections législatives*.

Les conditions d'éligibilité diffèrent peu de celles qui sont requises pour être électeur.

Tandis que l'électeur doit avoir vingt-cinq ans seulement, l'âge de trente ans est requis pour être éligible. De plus, pour être élu, il faut savoir lire et écrire, condition qui n'est point exigée pour l'électeur. Toutes les autres conditions sont identiques.

Il est d'ailleurs bien entendu qu'on peut être justiciable d'un Conseil de Prud'hommes sans y être éligible ni électeur.

En passant en revue les multiples propositions de loi dont est l'objet cette matière de l'électorat et de l'éligibilité, on ne pourrait guère, semble-t-il, indiquer celles d'entre elles qui ont des chances d'être introduites un jour dans notre législation. Toutefois, cette prévision est rendue possible, au moins dans une certaine mesure, par l'examen des résolutions adoptées, dans ses séances des 7, 8 et 9 juin 1900, par le Conseil supérieur du travail, dont les avis sur ces questions sont toujours très écoutés.

Voici les motions qui ont été votées par le Conseil :

1° Pour être électeur, il suffira d'être âgé de vingt et un ans et d'avoir exercé la profession pendant trois années dans lesquelles sera compris le temps d'apprentissage ; la durée du domicile exigée sera réduite à six mois.

C'est l'abaissement, pour l'électorat, des conditions d'âge et de durée d'exercice de la profession.

(1) Les Conseils de Prud'hommes sont établis sur la demande motivée des Chambres de commerce, ou des Chambres consultatives de manufactures : cette demande est communiquée au préfet, qui la transmet au ministre du Commerce, avec les pièces suivantes : 1° Délibération du Conseil municipal portant promesse de payer les dépenses; 2° Un tableau indiquant toutes les industries justiciables du Conseil projeté; la division de ces industries en catégories; le nombre des Prud'hommes à élire dans chacune d'elles; et enfin le nombre des patrons et ouvriers électeurs ou non que renferment ces catégories.

Le décret d'institution doit être rendu dans la forme des règlements d'administration publique, c'est-à-dire après avoir entendu le Conseil d'État; il fixe le nombre des membres de chaque Conseil, qui est de six au moins, non compris le Président et le Vice-Président.

2° Pour l'éligibilité, il suffira de justifier de vingt-cinq ans d'âge, trois ans d'exercice de la profession, et six mois de domicile dans la circonscription du Conseil.

3° Les *anciens* ouvriers seront éligibles au Conseil de Prud'hommes ; mais, comme aujourd'hui, ils ne pourront être électeurs.

4° Le principe de l'électorat des femmes a été admis à l'unanimité ; celui de leur éligibilité a été également accepté en principe.

5° La question si discutée de savoir dans quelle catégorie d'électeurs, patrons ou ouvriers, il y a lieu de classer, suivant les cas, les directeurs, contremaîtres, chefs d'atelier, etc., a été résolue par un avis ainsi conçu :

Le Conseil supérieur du travail estime que l'état actuel de l'industrie et la diversité des conditions industrielles ne permettent pas de classer l'ensemble des *contremaîtres* et *chefs d'atelier* soit parmi les électeurs ouvriers, soit parmi les électeurs patrons. Il y a des industries où le contremaître est surtout le collaborateur des ouvriers et doit voter avec eux ; il y en a d'autres, comme l'industrie des mines, des transports et en général les industries fortement centralisées où les contremaîtres et chefs d'atelier sont presque exclusivement des agents de l'autorité patronale et doivent compter parmi les électeurs patronaux.

Un règlement d'administration publique, rendu en conformité de ce principe, déterminera pour chaque catégorie la classe où ces contremaîtres et chefs d'atelier devront voter ; le règlement d'administration publique sera rendu après consultation des syndicats patronaux et des syndicats ouvriers de l'industrie en question et après avis de la Commission permanente du Conseil supérieur du travail.

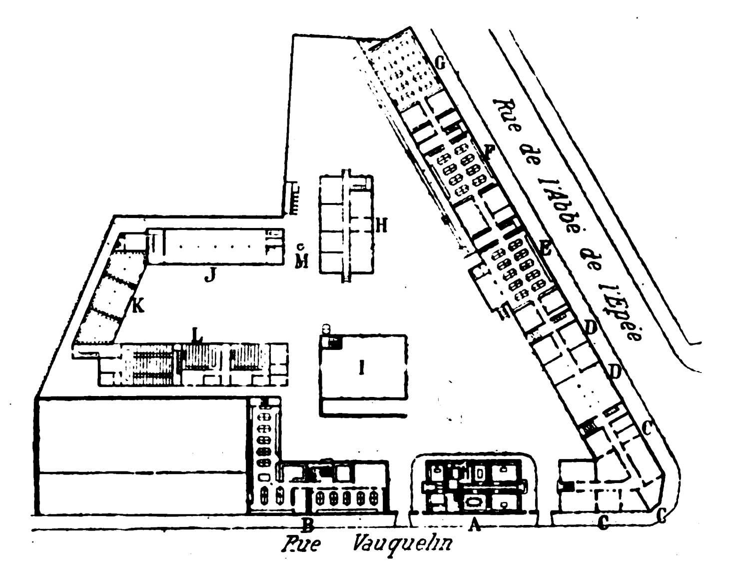
Cette résolution est exclusivement relative aux contremaîtres et chefs d'atelier. Quant aux *directeurs*, *ingénieurs* et *administrateurs*, le Conseil supérieur a été d'avis qu'ils devaient être rangés parmi les électeurs patrons, sans qu'il y ait lieu de distinguer suivant la nature des industries auxquelles ils apportent leur concours.

Louis RACHOU,
*Docteur en droit,*
*Avocat à la Cour d'Appel de Paris.*

## VARIÉTÉS

### L'École municipale de Physique et Chimie industrielles.

Deux délibérations récentes du Conseil municipal de Paris ont affecté une somme de 1 300 000 francs à la reconstruction de l'École de Physique et Chimie industrielles et concédé, dans ce but, à cet établissement des terrains d'une superficie de 10 000 mètres carrés environ, voisins de celui qu'il occupe actuellement, rue Lhomond.




LÉGENDE. — A, Administration ; — B, laboratoires d'électro-chimie ; — C, laboratoires d'optique et d'acoustique ; — D, laboratoires de physique générale et des applications de la chaleur ; — E, laboratoires de chimie analytique ; — F, laboratoires de chimie organique ; — G, laboratoires de chimie générale ; — H, laboratoires d'électricité ; — I, salle des machines ; — J, atelier et forge ; — K, salles de réunion pour les élèves ; — L, amphithéâtres ; — M, cheminée.

FIG. 1. — Plan d'ensemble du rez-de-chaussée.

Installée provisoirement dans quelques vieux bâtiments autrefois affectés au Collège Rollin, l'École de Physique et Chimie industrielles s'était vue jusqu'ici dans l'impossibilité de donner à ses laboratoires les développements nécessaires. Elle pourra réaliser plus pleinement le but que lui ont assigné ses fondateurs, dans les bâtiments qui vont être prochainement construits, sur les plans de MM. Allain et Heubès, architectes, dont le projet n'a été arrêté qu'après une étude approfondie des établissements similaires français et étrangers les plus modernes.

Les figures 1 et 2 permettent de se rendre compte de l'importance et de l'heureuse disposition des futurs bâtiments.

La nouvelle École occupera un terrain de forme irrégulière, trapézoïdale, limité au nord par la rue de l'Abbé-de-l'Épée prolongée et, à l'est, par la rue Vauquelin, les deux autres côtés aboutissant à des propriétés particulières.

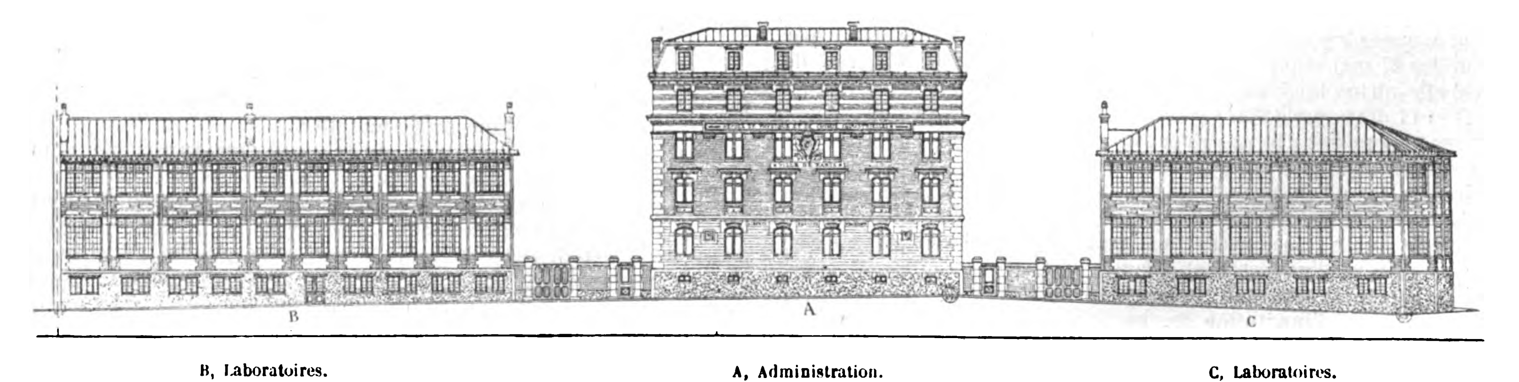
Les constructions, dont l'ensemble couvre environ 4 300 mètres carrés, s'élèveront sur les deux rues et sur une partie des terrains du fond, en laissant entre elles des espaces libres destinés à des cours pavées, sablées, gazonnées et plantées d'arbres. Le plan a été conçu de façon à permettre l'extension des divers services, si le besoin s'en faisait sentir. La durée des travaux ne dépassera pas deux ans ; la nouvelle École pourra donc être inaugurée en 1902.

*Organisation générale de l'École.* — Il n'est pas sans intérêt, à l'occasion de la reconstruction prochaine de l'École de Physique et Chimie industrielles, de rappeler brièvement le but et le caractère de l'enseignement de cet établissement, dont la création a été provoquée par un remarquable rapport, présenté en 1878 par M. Ch. Lauth au Ministre du Commerce.

Fondée en 1882 par la Ville de Paris dans le but de former des chimistes et des physiciens pour l'industrie, l'École donne un enseignement à la fois théorique et pratique.

Ses élèves sont recrutés par voie de concours. Les candidats doivent établir qu'ils sont âgés de 16 ans au moins et de 19 ans au plus, au 1er octobre de l'année où a lieu le concours ; que leurs parents sont de nationalité française et habitent Paris ou le département de la Seine. Le nombre des élèves admis, chaque année, est de trente. On reçoit, en outre, 2 ou 3 élèves libres, c'est-à-dire des jeunes gens ayant dépassé la limite d'âge supérieure.

La durée des études est de trois années. Pendant les 18 premiers mois, les élèves d'une même promotion suivent ensemble tous les cours et tous les exercices pratiques. Ensuite, et dès que leurs aptitudes spéciales se sont manifestées, ils indiquent leurs préférences pour l'une des deux sciences et se divisent en physiciens et en chimistes. Jusqu'à la fin de la 3e année, ils continuent à suivre en commun tous les cours, mais il n'en est plus de même des exercices de laboratoire : les physiciens travaillent exclusivement dans les cabinets de physique ; les chimistes ne suivent plus que les manipulations de chimie. Pendant toute la durée des études, les élèves sont soumis à des interrogations multipliées, faites à l'improviste, sans avis préalable. A la fin de chaque semestre, les élèves subissent des examens




B, Laboratoires. A, Administration. C, Laboratoires.

FIG. 2. — Façade sur la rue Vauquelin.

dirigés par les professeurs de l'École et qui contribuent à arrêter leur classement :

L'enseignement théorique de l'École comprend :

1° Des cours de chimie générale, de chimie analytique et de chimie organique;
2° Des cours de physique générale, de chaleur, d'optique, d'acoustique, de magnétisme et d'électricité;
3° Des cours de mathématiques, considérées comme auxiliaires de la physique et de la chimie;
4° Des conférences technologiques.

Le but de ces cours est de mettre les élèves au courant à la fois de l'état actuel de la science et de ses applications industrielles. Les conférences sont étendues à des sujets sortant un peu du domaine de la science appliquée, mais dont la connaissance est utile à des industriels : telles sont l'hygiène industrielle, la comptabilité, le droit industriel. Des cours de mécanique, de minéralogie et d'électro-chimie viendront prochainement compléter l'enseignement théorique.

L'enseignement pratique comprend :

1° Des manipulations de chimie minérale, d'analyse et de chimie organique;
2° Des manipulations d'électro-chimie;
3° Des manipulations de minéralogie;
4° Des manipulations de physique (chaleur, optique, acoustique, électricité);
5° Des exercices de dessin industriel;
6° Des exercices portant sur le travail du verre, du bois et des métaux.

Les élèves consacrent par semaine aux travaux pratiques : 28 heures en 1re année; 31 heures en 2e année; 35 heures en 3e année.

L'École de Physique et Chimie industrielles a été entièrement organisée par M. Schützenberger, qui la dirigea de 1882 à 1897. Actuellement, elle a pour directeur M. Charles Lauth, administrateur honoraire de la Manufacture nationale de Sèvres, et pour directeur des études, M. C.-M. Gariel, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées [1].

## Machine compound demi-fixe à faisceau tubulaire amovible.

Les avantages que présente l'emploi des locomobiles ou des machines demi-fixes sur celui des machines à vapeur fixes avec chaudière séparée sont suffisamment connus et appréciés. Nous nous contenterons de rappeler l'économie de place, et celle de maçonnerie,

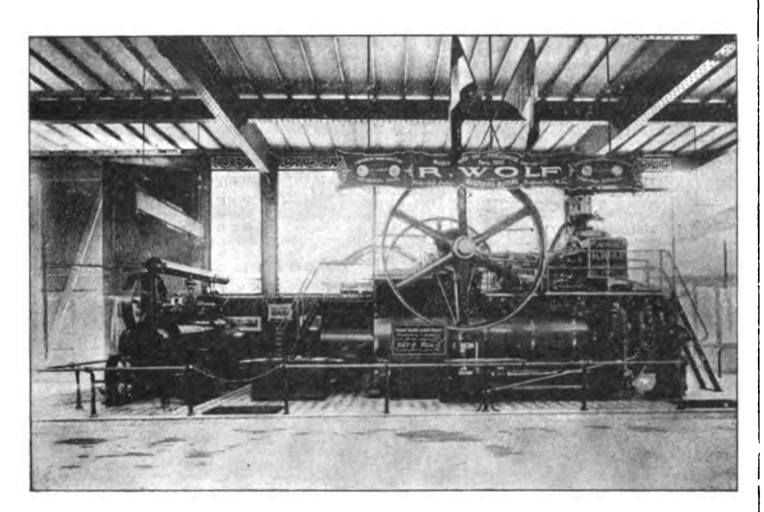



Fig. 1. — Machine compound demi-fixe de 200 chevaux nominaux; Vue de face.

tant pour les fondations que pour les carneaux de fumée et la cheminée, et l'absence de tuyauterie de vapeur ce qui évite les pertes par condensation. Une machine de cette espèce est, en outre, des plus faciles à déplacer ou à remplacer par une plus puissante, si le besoin s'en fait sentir.

Mais il est important que la chaudière soit construite de telle sorte qu'elle assure toujours la transmission facile de la chaleur des gaz de la combustion à l'eau qu'elle contient. C'est pourquoi dans la machine demi-fixe que représentent les figures 1 et 3 et qui a été construite par la maison R. Wolf, de Magdebourg-Buckau, le faisceau tubulaire est amovible et les tubes sont groupés de façon à permettre à l'outil détartreur d'atteindre facilement l'un quelconque d'entre eux. On sait, en effet, qu'une couche peu épaisse de tartre suffit à arrêter en grande partie la transmission à l'eau des calories du combustible, et risque, en outre, d'amener la brûlure des tubes.

Dans cette machine, qui est une machine compound à réservoir intermédiaire, les cylindres sont rivés directement sur le corps de la chaudière et sont placés dans le dôme de vapeur qui leur sert d'enveloppe (fig. 2); la prise de vapeur se trouvant à la partie supérieure du dôme, on est sûr d'avoir toujours de la vapeur sèche.

La distribution est du système Rider. Un régulateur Porter que commande, par l'intermédiaire d'engrenages (taillés à la machine), l'arbre

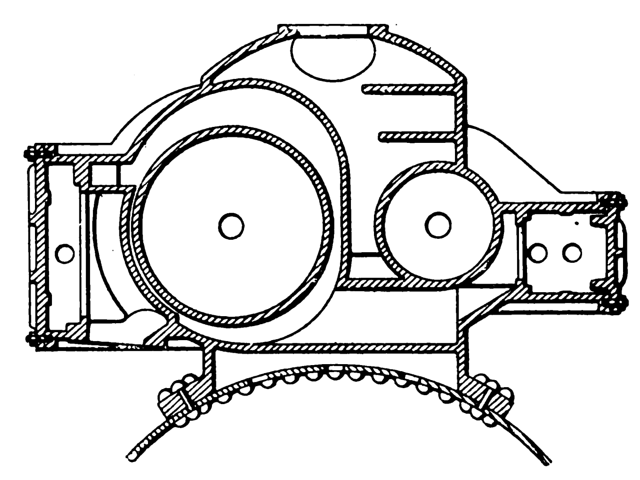


Fig. 2. — Cylindres placés dans le dôme de vapeur.

principal, règle automatiquement la détente, de telle sorte que le degré d'admission au cylindre à haute pression corresponde toujours à la résistance que la machine a à vaincre. Le cylindre à basse pression est muni d'un appareil de distribution à détente variable à la main.

Le condenseur à injection, qui consomme 300 litres d'eau par cheval effectif et par heure, est adapté directement à la conduite d'échappement du cylindre à basse pression. Entre le condenseur et la pompe à air est intercalé un robinet-valve qui permet de marcher, le cas échéant, sans condensation. La pompe à air, placée verticalement, est actionnée par un excentrique monté sur l'arbre à manivelle; elle amène l'eau d'injection, ainsi que la vapeur d'échappement condensée et débarrassée automatiquement de l'huile entraînée, dans une bâche

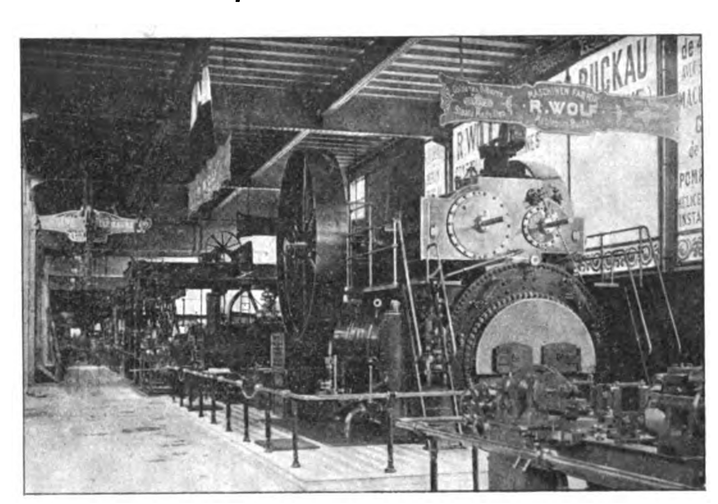



Fig. 3. — Machine compound demi-fixe de 200 chevaux nominaux; Vue en bout.

d'où elle s'écoule ensuite. A la pompe à air est reliée la pompe alimentaire qui puise l'eau tiède rassemblée dans la bâche précédente.

La machine que représentent les figures 1 et 3, figure actuellement à l'Exposition universelle, dans la Classe 19. Sa puissance nominale est de 200 chevaux ; mais sa puissance effective, qui est de 215 chevaux pour une admission de 0,2 au petit cylindre, peut atteindre, pour une admission de 0,55, le chiffre de 360 chevaux; pour l'admission normale qui est de 0,27 à 0,3, elle est de 265 chevaux.

Les cylindres ont 0m40 et 0m74 de diamètre; leur course est de 0m60. Le nombre de tours par minute est de 110. Les jantes des deux volants, qui ont 3m20 de diamètre et 0m50 de largeur, sont tournées pour recevoir une courroie.

La surface de la grille est de 2m²50 et la surface de chauffe de 116 mètres carrés.

La consommation de vapeur, par cheval et par heure, est de 6,2 à 6,8 kilogrammes, pour une consommation de charbon de 0,7 à 0,8 kilogrammes.

(1) On trouvera des renseignements très intéressants et très complets sur l'École de Physique et de Chimie industrielles dans le volumineux rapport que vient de publier M. Ch. Lauth : *Rapport général sur l'historique et le fonctionnement de l'École municipale de Physique et Chimie industrielles*, Lahure, éditeur, à Paris.

Afin d'éviter l'influence de la dilatation de la chaudière sur le mécanisme de la machine, on a soin d'effectuer le montage et l'ajustage de toutes les parties mobiles pendant que la chaudière était chauffée à sa pression de régime, 10 kilogr. De cette façon, le mécanisme se trouve toujours, lors de son fonctionnement, dans son état *normal*, et les effets de la dilatation de la chaudière sont nuls dans ces conditions.

Ce détail a son importance, parce que, dans le cas où l'on relie, comme on le fait souvent, les cylindres aux paliers de l'arbre moteur au moyen d'entretoises, on se trouve obligé de disposer ces paliers de telle sorte qu'ils puissent glisser sur leur socle, ce qui a pour résultat d'annuler l'effet que l'on cherchait à obtenir au moyen des entretoises et peut faire naître des doutes sur la rigidité de la machine.

---

### Déverseur automatique de pression.

Actuellement, dans les sucreries, il arrive souvent que les générateurs de vapeur soient scindés en deux groupes bien distincts : l'un, à haute pression, assurant la production de la force motrice; l'autre, à basse pression, servant au chauffage des divers appareils.

Si, à un moment donné, une surproduction de vapeur se produit dans les générateurs à haute pression, il peut être intéressant de pouvoir déverser cette surproduction dans les générateurs à basse pression qui, en sucrerie, ont une marche très variable.

Comme le fait remarquer M. Schmidt, dans une note publiée dans le *Bulletin des Associations des Propriétaires d'appareils à vapeur*, le détendeur ne peut convenir dans ce cas; cet appareil, en effet, a pour but de prendre de la vapeur à une pression quelconque et de l'évacuer à une pression inférieure déterminée. Tant que la pression en aval ne sera pas atteinte, le détendeur fonctionnera et les générateurs à haute pression seront influencés.

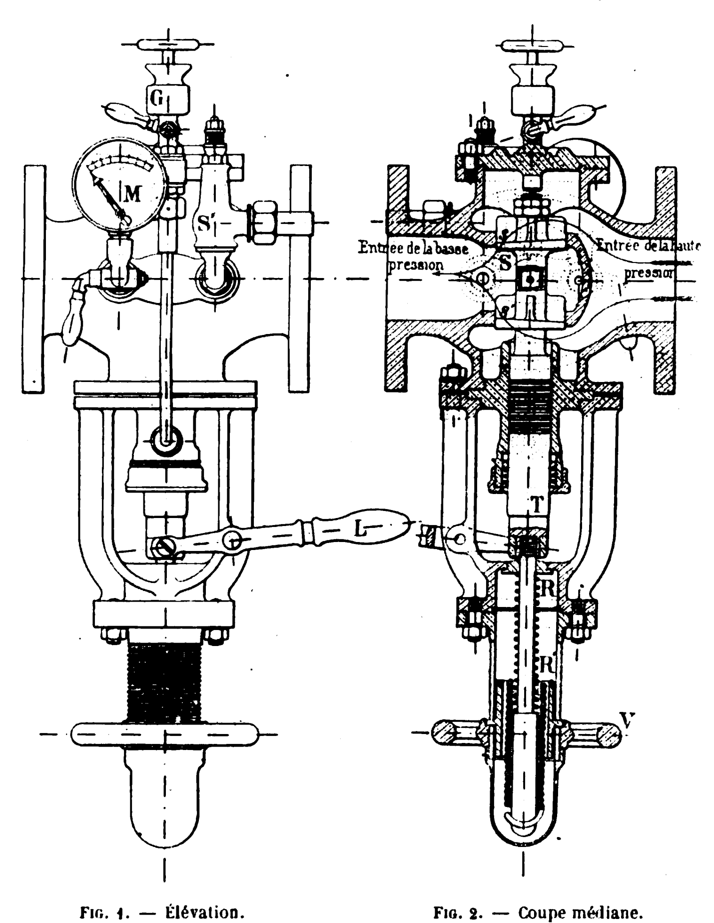



FIG. 1. — Élévation. FIG. 2. — Coupe médiane.

FIG. 1 et 2. — Déverseur automatique de pression.

Ce qu'il faut, au contraire, dans le cas considéré, c'est un appareil pouvant déverser la vapeur des générateurs à haute pression, dans les chaudières à basse pression, lorsque la tension dans les premiers monte au delà d'une limite déterminée. Cet appareil a été réalisé par la maison Muller et Roger et nous en donnons la description d'après M. Schmidt.

Le déverseur dont il s'agit se compose d'une boîte (fig. 2) dans laquelle se meut une soupape équilibrée. Celle-ci, montée sur une tige T, passe à l'air libre au travers d'un presse-étoupe. Un ressort R, tout en maintenant la tige T constamment en contact avec le ressort R', sert à neutraliser le poids des soupapes et à vaincre les frottements.

La tension du ressort R' est réglée à l'aide du volant V.

L'appareil communique avec les générateurs à basse pression par la tubulure O', et par la tubulure O avec ceux à haute pression.

Du côté de la basse pression, les surfaces *s* et *s'* de la soupape S étant identiques, les variations de pression n'ont aucune influence sur cette soupape S.

Du côté de la haute pression, les surfaces de la soupape S en contact avec la vapeur sont d'une part *s* et d'autre part *s'* diminuée de la surface de la tige T. Cette différence de surface détermine l'ouverture de S, ouverture qui se produit quand la haute tension atteint une limite fixée préalablement. Ce mouvement est réglé par la tension plus ou moins grande du ressort R'.

Un manomètre M (fig. 1) indique à chaque instant la haute pression.

Une soupape, placée à l'entrée de la basse pression, avertit quand la pression de ce côté devient excessive.

Enfin, un levier L permet de s'assurer de la sensibilité de l'appareil, et un godet graisseur G lubrifie la tige T à son passage dans la boîte à étoupe.

M. Schmidt fait remarquer, en terminant, qu'une soupape de sûreté, même à échappement progressif, ne peut remplir l'office de ce déverseur, sa charge ne pouvant être réglée que pour correspondre à un écart déterminé et constant entre la haute et la basse pression. Dès lors les variations de la basse pression influenceraient la haute pression.

Afin de pallier à toute surpression accidentelle des générateurs à basse pression, il est bon de prévoir sur le collecteur des vapeurs de ces derniers, une soupape de sûreté, capable de débiter, au timbre de la basse pression, toute la vapeur produite dans les générateurs à haute pression.

---

### Substitution d'un revêtement en briques au boisage d'un tunnel.

Sur beaucoup de lignes de chemins de fer, en Amérique, les tunnels ont été revêtus primitivement d'un simple boisage, dans le but de réduire les dépenses de premier établissement et d'accélérer le travail d'exécution. Aussi se trouve-t-on obligé, au bout d'un certain temps, de substituer à ce boisage un revêtement plus durable.

Dans la plupart des cas, l'enlèvement de l'ancien boisage et son remplacement par de la maçonnerie doivent s'effectuer sans interrompre la circulation des trains, et un grand nombre de méthodes ingénieuses ont été imaginées, dans ce but, par les Ingénieurs chargés de l'exécution des travaux.

Nous empruntons à l'*Engineering News* la description de la solution adoptée pour changer, sur une longueur de 429m 75, le revêtement d'un tunnel à simple voie, situé entre Virginia City et Coeburn (État de Virginie, États-Unis), sur le Norfolk and Western Railway.

Ce tunnel a une longueur totale de 579m 70, mais il n'avait été boisé primitivement que sur 429m 75. L'ancien boisage était composé de cadres, espacés de 0m 90 d'axe en axe, et disposés comme le montrent les lignes pointillées de la figure 1. Le tunnel était taillé dans le rocher, mais en bien des endroits celui-ci se désagrégeait sous l'action de l'air. C'est pourquoi l'on résolut, au lieu de remplacer simplement les pièces de bois défectueuses, de substituer au boisage un revêtement en briques.

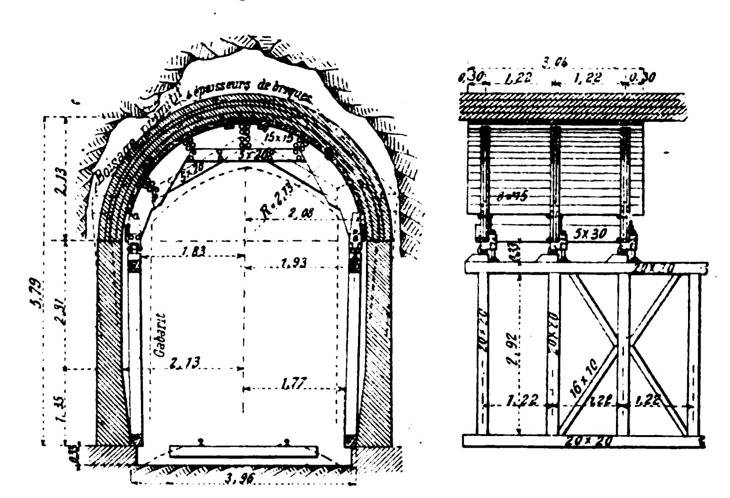



FIG. 1. — Coupe transversale. FIG. 2. — Coupe longitudinale.

FIG. 1 et 2. — Substitution d'un revêtement en briques au boisage d'un tunnel.

En enlevant les charpentes du boisage, on s'aperçut que, si en beaucoup de points la paroi de roches se trouvait tout au voisinage

de ce revêtement, souvent aussi et sur des longueurs considérables, le toit de la galerie présentait des cavités montant de 0m 30 à 3m 65 au-dessus de la paroi supérieure du boisage. Ces conditions dangereuses obligèrent à n'enlever, à la fois, qu'une faible longueur du revêtement en charpente. Elles obligèrent aussi à construire rapidement la voûte en briques, dès l'enlèvement du boisage. Il fallut d'ailleurs combiner tout les détails d'exécution des cintres de façon à laisser libre le passage des trains. Les figures ci-jointes montrent la solution qui a été adoptée.

Comme on le voit sur les figures 1 et 2, on construisit, d'un côté et de l'autre du tunnel, deux cadres en charpente destinés à supporter le cintre ajustable de la voûte. On employait alternativement deux sections de cadres et de cintres, l'une étant montée en avant pour servir à l'enlèvement du boisage, pendant qu'on exécutait la maçonnerie sur l'autre. Les figures 3 et 4 permettent de se rendre compte de la façon dont se faisait le montage et l'ajustage des cadres et des cintres. Des boulons, portant à leur partie inférieure un sabot en fonte pouvant tourner librement, servaient à immobiliser les cintres que supportaient des galets reposant sur des blocs de bois fixés aux cadres latéraux et ayant une face inclinée.

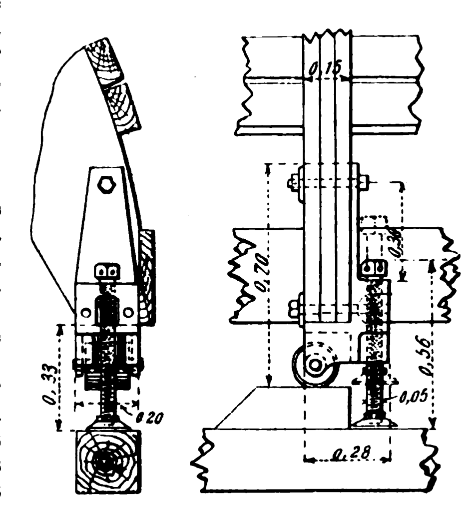


Fig. 3 et 4. — Détails du cintre ajustable.

Avec ce dispositif, l'avancement journalier variait de 0m 60 à 0m 90 de revêtement complet, c'est-à-dire avec le remplissage en pierres de l'espace vide compris entre la voûte en briques et le rocher.

La dépense a été de 538 francs par mètre courant, y compris les frais d'enlèvement de l'ancien boisage et des parties de rocher ébranlées, et les travaux de toute nature.

### Nouveau type d'accumulateur à charge rapide.

MM. Geoffroy et Delore construisent depuis quelque temps un nouveau type d'accumulateur à charge rapide, spécialement étudié pour les batteries destinées à supporter de grandes variations de charge et de décharge, et dans lequel il nous paraît intéressant de signaler, en particulier, le mode de constitution de la plaque positive.

La plaque positive des accumulateurs « Oméga » est une plaque du genre Planté, en plomb pur, sans empâtage. Elle est constituée par une âme en zig-zag entièrement recouverte sur toutes ses parties par de petites lamelles placées perpendiculairement à l'âme. Ces lamelles en forme de triangles rectangles tiennent à l'âme de la plaque par l'hypothénuse. Elles peuvent se dilater aisément dans les deux sens, par suite de rainures qui se trouvent alternées de part et d'autre de la plaque, entre chaque rangée de lamelles. Leur mode d'attache est solide et la surface qu'elles présentent à l'électrolyse, pour la formation de l'oxyde est considérable. Cette dernière particularité permet une charge rapide de l'accumulateur. D'autre part, la dilatation libre des lamelles oxydées empêche toute déformation de la plaque.

Cet accumulateur comporte une plaque négative formée, à la façon ordinaire, par un grillage rempli de matière active. Ce grillage est symétrique et comprend un très grand nombre d'alvéoles, ce qui facilite la répartition du courant dans toute la plaque. La forme donnée aux cellules s'oppose à la chute des pastilles qui y sont logées.

## EXPOSITION DE 1900

### Les Congrès internationaux à l'Exposition de 1900.

*(Suite et fin [1].)*

**Congrès d'Électricité** (18 à 25 août). — *Commission d'organisation :* Président, M. Mascart ; Secrétaire général, M. P. Janet, rue de Staël, 14.

Le congrès se divisera en cinq sections :

1° Méthodes scientifiques et appareils de mesure;
2° Production, transformation, transport et distribution de l'énergie électrique; traction électrique; éclairage;
3° Électro-chimie;
4° Télégraphie; téléphonie; applications diverses;
5° Électrophysiologie.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 6, p. 104; n° 7, p. 120.

**Congrès pour l'unification du numérotage des fils des textiles** (3 et 4 septembre). — *Commission d'organisation :* Président, M. Widmer; Secrétaire général, M. Fleury, rue d'Uzès, 9.

**Congrès de l'Industrie du Gaz** (3 à 5 septembre). — *Commission d'organisation :* Président, M. Vautier; Secrétaire général, M. Delahaye, rue de Provence, 65.

Le programme comporte la discussion d'un certain nombre de questions relatives à la fabrication et à l'utilisation du gaz. Des visites seront organisées à l'Exposition et dans quelques usines.

**Congrès des Associations d'Inventeurs** (10 à 13 septembre). — *Commission d'organisation :* Président, M. Claude-Couhin; Secrétaire général, M. D. A. Casalonga, rue des Halles, 15.

Ce congrès, le premier de son espèce, est destiné à réunir :

1° Les délégués des Associations d'inventeurs;
2° — — d'artistes industriels;
3° Les inventeurs et les artistes industriels, individuellement;
4° Les Associations et les particuliers qui s'intéressent au sort des inventeurs et des artistes industriels.

**Congrès des Tramways** (10 à 13 septembre). — *Commission d'organisation :* Président, M. Léon Janssen; Secrétaire général, M. Nonnemberg, rue Potagère, 25, Bruxelles.

Le programme comporte l'étude des questions suivantes :

1° Tarif des tramways urbains;
2° Conséquences de l'application de la traction électrique;
3° Avantages et inconvénients relatifs de la voie étroite et de la voie normale, pour les tramways électriques;
4° Composition de l'usine centrale;
5° Systèmes de distribution du courant;
6° Joint coulé système Falk;
7° Accumulateurs;
8° Chauffage des voitures;
9° Mode d'exploitation des chemins de fer secondaires;
10° Adoption d'une base unique pour l'appréciation de la puissance des moteurs électriques et des dynamos génératrices;
11° Systèmes de freins à appliquer dans les exploitations de tramways à traction mécanique.

**Congrès d'Aéronautique** (15 à 20 septembre). — *Commission d'organisation :* Président, M. Janssen; Secrétaire général, M. Triboulet, rue de la Pépinière, 10.

**Congrès des Chemins de fer** (20 à 29 septembre). — *Commission d'organisation :* Président, M. Dubois; Secrétaire général, M. Weissenbruck, rue de Louvain, 11, Bruxelles.

Ce congrès n'est ouvert qu'aux Ingénieurs appartenant à des Compagnies de chemins de fer qui ont fait acte d'adhésion et à la condition qu'ils soient munis d'une délégation régulière.

Le programme des questions portées à l'ordre du jour est le suivant :

1° *Voies et travaux.* — Nature du métal pour rails; joints des rails; aiguilles, croisements et traversées; entretien de la voie sur les lignes à grande circulation; mesures contre les neiges; construction et épreuves des ponts métalliques; raccordement des inclinaisons différentes du profil; conservation des bois; ballast; cheminement des rails.

2° *Traction et matériel.* — L'échappement et le tirage dans les locomotives; locomotives des trains à très grande vitesse; stabilité des essieux des locomotives; double traction; épuration des eaux d'alimentation des locomotives et désincrustants; emploi de l'acier et du fer fondu pour la construction du matériel de traction et de transport; freins et attelages des voitures et des wagons.

3° *Exploitation.* — Éclairage des trains; manutention et transport des charges incomplètes; trains de marchandises à très longs parcours; enclenchements économiques; block-système automatique; signaux répétiteurs des signaux optiques; emploi du téléphone; moyens de sécurité; triage par la gravité; répartition du matériel roulant.

4° *Ordre général.* — Comptabilité; bureaux de liquidation; groupage des marchandises; instruction professionnelle des agents de chemins de fer; recrutement et avancement du personnel; Sociétés coopératives et économats.

5° *Chemins de fer économiques.*

**Congrès de l'Acétylène** (22 à 28 septembre). — *Commission d'organisation :* Président, M. le général Sebert; Secrétaire général, M. Daix, rue Louis-Blanc, 72.

Ce congrès a été précédemment tenu à Berlin et à Budapest.

Le programme du congrès comporte l'étude des questions suivantes :

1° *Carbure de calcium.* — Théorie de la préparation; fabrication avec fours électriques; carbure de calcium du commerce; emballage, transport et emmagasinage;

2° *Acétylène.* — Production : appareils générateurs, épuration, mesures de sécurité;

Applications : Éclairage, chauffage, force motrice; applications chimiques et métallurgiques.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Société des Ingénieurs civils.

*Séance du 1er juin 1900.*

**Présidence de M. G. Canet, Président.**

I. — M. G. Flament fait une communication sur les *Constructions les plus intéressantes établies en béton armé pendant ces dernières années, et plus spécialement pendant l'année 1899.*

M. G. Flament décrit successivement les constructions antérieures à 1899, celles exécutées pendant l'année 1899 et insiste notamment sur les travaux de l'Exposition de 1900. Parmi les ouvrages exécutés récemment par la méthode Hennebique, il décrit les réservoirs superposés de Saint-Gobain, ceux d'une usine à Billancourt et une canalisation de 3 kilom. de longueur sur les chantiers du tunnel du Simplon. De nombreuses projections montrent en leurs détails de construction, une série de nouvelles installations.

M. Flament met en lumière les avantages du béton armé au point de vue de l'économie, de l'incombustibilité et de la résistance aux trépidations. Il rappelle des expériences faites à Gand sur une construction soumise pendant plusieurs heures à des températures dépassant 1200° et fortement surchargée, sans qu'il en ait résulté de flèche permanente.

Au point de vue de la résistance aux chocs et aux vibrations, il fait une comparaison entre les planchers en béton armé de la sous-station électrique de la Compagnie d'Orléans et un plancher en fer et briques de même portée et calculé pour les mêmes surcharges. Le poids propre de chacun de ces planchers étant respectivement de 300 et 480 kilogr., la force vive des masse mises en mouvement étant de 400 et 100 kilogrammètres, dans chacun de ces cas, pour des durées de vibration respectives de 5 et 2 secondes, les flèches notées ont été de 1,2 et 7,8 millimètres.

Il résulterait de ces expériences que le béton armé serait avantageux pour les ponts de chemins de fer et les ponts en général. M. Flament termine par la description de certains ouvrages exécutés en béton armé, à l'Exposition de 1900, notamment au petit et au grand Palais des Champs-Élysées (1), et pour l'établissement des passerelles du quai Debilly (2) et du Panorama de Madagascar (3).

II. — M. E. Coignet fait une étude du *Château-d'eau de l'Exposition.*

Cette construction est entièrement constituée par du béton armé, sauf les deux pylônes de face édifiés en meulières. M. Coignet décrit successivement les vasques, la grande niche et le déversoir du Château-d'eau, en insistant sur les difficultés de conception et d'exécution d'un pareil ouvrage, créé de toutes pièces puisqu'aucun précédent n'en existait et achevé dans des délais extrêmement courts.

III. — M. F. Chaudy fait une communication sur le *Calcul des poutres en fer et en ciment et des dalles et parois fléchies en fer et ciment.*

Dans sa méthode de calcul, M. Chaudy néglige la résistance à la traction du béton. Il considère simplement le béton comme une série de barres inclinées réunissant deux membrures métalliques auxquelles elles s'attachent par adhérence. Comme on ne peut compter sur le béton pour former des barres inclinées tendues, il est nécessaire de compléter le système par des montants métalliques normaux aux membrures, pour empêcher celles-ci de s'éloigner l'une de l'autre sous l'action de l'effort tranchant; ces montants sont des étriers en fers ronds. M. Chaudy montre dès lors, que l'on peut appliquer, pour les poutres en fer et en béton de n'importe quelle forme, les mêmes méthodes de calcul que celles qu'on applique pour les poutres entièrement métalliques. Il termine son exposé par l'étude des dalles et parois fléchies, constituées par lui de la même manière que les poutres, avec deux membrures identiques réunies par une crémaillère remplaçant les étriers, pour éviter un écartement de ces deux membrures. Les poutres et dalles de ce système ont été employées à l'Exposition universelle pour constituer un plancher destiné à supporter des charges de 2 tonnes par mètre carré.

Cette communication est suivie d'une discussion à laquelle prennent part MM. Coignet, Chaudy, Marié, Badois et Dallot, et au cours de laquelle sont citées à plusieurs reprises les intéressantes expériences sur le ciment armé de M. Considère, que leur auteur a exposées en détail dans le *Génie Civil* (1).

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 18, p. 289; n° 19, p. 305.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 22, p. 365.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 2, p. 27.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, nos 14, 15, 16 et 17.

### Académie des Sciences.

*Séance du 11 juin 1900.*

Botanique. — *Sur les embryons du blé et de l'orge pharaoniques.* Note de M. Edmond Gain, présentée par M. Gaston Bonnier.

M. Maspero ayant confié à M. E. Gain, pour les étudier, de nombreux échantillons végétaux choisis parmi les collections authentiques qui figurent actuellement au Musée de Boulaq, M. E. Gain publie une note relative aux douze échantillons de blés et d'orges qui ont été étudiés.

Les blés et les orges viennent des fouilles de Gébelein, Gournah, Saqqarah, Denderah, Thèbes. Ces grains se rapportent à des époques diverses, notamment aux ve, ixe, xviiie, xxe, xxie dynasties. Les échantillons les plus anciens remontent, comme on le voit, à environ quarante et un siècles avant notre ère. Les graines répandues dans le commerce sous le nom de *blé de momie* ne présentent aucune authenticité. Tout le monde admet comme sans valeur l'expérience du comte de Sternberg qui croyait avoir obtenu la germination de deux grains de blé pharaonique. D'autre part, Alphonse de Candolle ne considère pas comme impossible qu'une graine ait pu garder pendant quarante ou cinquante siècles sa faculté germinative.

Les conclusions de M. E. Gain sont contraires à ce qu'admettait cet auteur et après lui quelques traités classiques :

Les céréales pharaoniques, malgré leur apparence extérieure de bonne conservation, ne possèdent plus une organisation cellulaire compatible avec un réveil germinatif.

Leurs réserves sont souvent chimiquement bien conservées et utilisables par un germe viable, mais l'embryon a subi une transformation chimique très accentuée et n'est plus viable. Cette altération chimique indique même que la vie ralentie du grain est abolie depuis très longtemps.

Le problème se pose donc de fixer les diverses étapes du vieillissement du grain et les signes de sa mort : c'est ce que M. E. Gain a entrepris par l'étude comparée de graines moins anciennes et remontant seulement aux derniers siècles écoulés.

Chimie organique — *Hydrogénation de l'acétylène en présence du fer ou du cobalt réduits.* Note de MM. Paul Sabatier et J.-B. Senderens.

MM. P. Sabatier et J.-B. Senderens étudient l'hydrogénation de l'acétylène en présence du fer ou du cobalt réduits.

En comparant l'action des divers métaux qu'ils ont étudiés, nickel (2), cuivre (3), fer, cobalt, sur le mélange d'hydrogène et d'acétylène, on voit qu'ils présentent entre eux des différences remarquables.

La combinaison des deux gaz, avec production d'éthane qu'accompagne une certaine proportion de carbures forméniques, est réalisée très facilement par le nickel réduit, dès la température ordinaire, et aussi, mais seulement à chaud, par le cobalt : en présence d'un excès d'hydrogène, la dose de carbures éthyléniques obtenus y est négligeable.

Le cuivre réduit agit moins énergiquement en donnant une quantité plus importante de carbures éthyléniques.

Le fer réduit est le moins actif de tous et ne conduit qu'à des formations peu importantes d'éthane : les carbures éthyléniques se montrent dans les gaz, en présence de proportions considérables d'hydrogène libre.

Ces résultats permettent de prévoir que l'*hydrogénation de l'éthylène* sera très aisément obtenue, non seulement par le nickel, ainsi que les auteurs l'ont montré antérieurement (4), mais encore par le cobalt, qu'elle le sera moins facilement par le cuivre, qu'elle sera sans doute très mal réalisée par le fer. C'est ce qu'ils se proposent de montrer prochainement.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 3, p. 46. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 7, p. 122. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*
(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 9, p. 143. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

Physique. — I. — *Note sur le rayonnement de l'uranium*; par M. Henri Becquerel.

Le rayonnement des corps radio-actifs comprend deux groupes distincts : l'un, qui consiste en rayons cathodiques, est déviable par un champ magnétique et par un champ électrique; l'autre, dont la nature est inconnue jusqu'ici, n'est pas déviable et paraît comprendre des rayons ayant des puissances diverses de pénétration au travers des métaux et des corps opaques pour la lumière.

Ces deux groupes de rayons ont été observés avec les corps très actifs découverts par M. et Mme Curie; le radium émet à la fois des rayons déviables et des rayons non déviables; le polonium n'émet que des rayons non déviables; l'actinium de M. Debierne émet des rayons déviables.

M. H. Becquerel s'est proposé de rechercher si l'uranium, le premier des corps dont on ait observé la radio-activité (1), émettait des rayons déviables.

Des expériences, il résulte que, d'une part, l'uranium est mélangé à un produit très actif qui pourrait être l'actinium et que, d'autre part, l'uranium purifié est encore actif. Une nouvelle purification du sel uranique ne paraît pas diminuer son activité d'une manière appréciable. Ces résultats sont favorables à l'hypothèse de l'existence d'une radiation propre à l'uranium.

II. — *Recherches sur les tensions de la vapeur de mercure saturée;* par MM. L. Cailletet, Colardeau et Rivière.

On sait peu de choses sur les propriétés thermiques des vapeurs métalliques. On connaît les points d'ébullition du mercure, du cadmium et du zinc; quelques autres métaux sont volatils au rouge, enfin Regnault a mesuré la force élastique de la vapeur de mercure saturée, par la méthode d'ébullition sous des pressions variables, qu'il avait déjà employée pour l'eau. Mais ces expériences ont présenté des difficultés et des anomalies inattendues et elles n'ont été poussées que jusqu'à la température de 500°, à laquelle la pression de la vapeur saturée est de 8 atmosphères; pour aucun de ces métaux il n'a été question jusqu'à présent du point critique.

De tous les métaux, le mercure est évidemment celui dont l'étude paraît le plus facilement abordable et MM. L. Cailletet, Colardeau et Rivière ont entrepris de pousser aussi loin que possible la mesure de sa tension de vapeur.

A l'aide d'un dispositif expérimental dont ils donnent la description, ils ont pu monter jusqu'à 880° environ, température à laquelle correspond une pression de 160 atmosphères. Mais, à cette température, il s'est produit un phénomène imprévu : le tube de fer, qui servait aux expériences, porté au rouge vif se laissait traverser par le mercure. Ce phénomène n'a pu être évité en construisant un nouvel appareil à parois plus épaisses et en émaillant l'intérieur du tube laboratoire. Il y a là une difficulté que les auteurs ne sont pas encore parvenus à surmonter et qui les a empêchés d'atteindre le point critique.

III. — *Les modifications permanentes des fils métalliques et la variation de leur résistance électrique.* Note de M. H. Chevallier, présentée par M. J. Violle.

M. H. Chevallier a montré, dans une précédente communication (2), que la résistance électrique d'un alliage de platine et d'argent variait beaucoup avec son état de trempe ou de recuit.

Si l'on soumet un fil de cet alliage à un certain nombre de perturbations à la température $T_2$, alternant avec des séries d'oscillations entre deux températures plus basses $T_0$ et $T_1$, qui seront toujours les mêmes [$T_0 = 15°$ et $T_1 = 150°$], sa résistance mesurée à la température $T_0$ tend vers une limite appelée *limite des limites* relative à la température $T_2$.

Cette limite des limites $R_l$ subit de très grands déplacements lorsque la température $T_2$ varie jusqu'à la température du rouge vif et les variations de $R_l$ affectent une forme caractéristique, qui n'est pas tout à fait la même pour les fils trempés et pour les fils recuits.

L'étude de ces déplacements de la limite des limites fait l'objet du nouveau travail de M. H. Chevallier.

G. H.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 19, p. 304 et n° 20 p. 320. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 13, p. 206. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**De l'accroissement de la charge par essieu, dans le matériel roulant des chemins de fer.** — M. Rudolf Sanzin, dans la *Zeitschrift des Œsterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines*, du 18 mai, note l'accroissement de la charge par essieu, dans le matériel roulant des principales lignes de chemins de fer en Europe et en Amérique, et en fait ressortir les divers avantages.

Étudiant d'abord les wagons de marchandises, il montre que l'accroissement de la charge par essieu a pour principal avantage de diminuer la valeur relative du poids mort du véhicule, qui ne s'accroît pas dans les mêmes proportions. Tandis que pour un chargement de 10 tonnes, le poids mort du wagon atteint 6,8 tonnes, pour un chargement de 15 tonnes ce poids mort est de 8,7 tonnes; le rapport du poids mort à la charge descend de 0,680 à 0,513. De plus, cet accroissement des charges par essieu donne la possibilité de diminuer la longueur des trains. Ces avantages concernent, en particulier, les wagons pour le transport des minerais, qui voyagent à vide au retour. L'auteur fait remarquer que les wagons en fer, qui se généralisent pour cette application, sont préférables, à ce point de vue, à l'ancien matériel.

Passant à l'étude des locomotives, l'auteur montre, en examinant les divers modes d'accouplement de leurs essieux, l'influence heureuse qu'exerce l'augmentation de la charge par essieu, au point de vue de l'effort de traction. Dans certaines Compagnies anglaises et américaines, cette charge atteint et dépasse 20 tonnes. L'emploi de semblables locomotives exige la création de voies très robustes et des modifications assez importantes aux ouvrages d'art. Les voies actuelles peuvent, au contraire, être parcourues sans inconvénient par des trains dont les locomotives ont une charge par essieu de 17 tonnes.

L'auteur termine son étude par une énumération des charges par essieu de certaines locomotives adoptées sur de grands réseaux :

| | | tonnes. |
|---|---|---|
| Chemins de fer | de l'État autrichien | 14 |
| — | — prussien | 15 |
| — | du Gothard | 15 |
| — | du Jura-Simplon | 15 |
| — | du Nord français | 15,25 |
| — | du P.-L.-M. | 15,70 |
| — | d'Albany à Boston | 17,50 |
| — | de l'Illinois Rd. | 18,10 |
| — | de l'Etat belge | 18,30 |
| — | du Great-Northern | 19.50 |
| — | de Pensylvanie | 21,50 |
| — | du Philadelphia and Reading Rd. | 21,80 |

#### CHIMIE INDUSTRIELLE

**Les levures en viticulture.** — M. Pozzi-Escot, étudie dans la *Revue de chimie industrielle*, de mars, l'emploi des levures en viticulture.

Les expériences de Pasteur avaient montré qu'une levure vineuse agissant sur du malt d'orge donnait une bière vineuse. Tel fut le point de départ.

Le moût du vin est un excellent bouillon de culture; il renferme, en effet, de l'azote, de l'acide phosphorique, de la potasse, du sucre, des hydrates de carbone, tous principes essentiels de la vie. Dans un tel milieu, les ferments, bons et mauvais, se développent aisément. L'emploi des levures sélectionnées a pour but de favoriser le développement des bons ferments.

L'usage de ces levures ne s'est pas fait sans bruit et sans polémiques. On a beaucoup critiqué l'augmentation du degré alcoolique, jusqu'aux expériences de M. Jacquemin qui en donna des explications claires et précises.

On a cru pendant fort longtemps qu'en plaçant sur des vins ordinaires, des levures de grands crus, on devait retrouver le cru correspondant à la levure. Ceci est absolument faux. On arrive seulement à donner aux moûts un certain bouquet rappelant le parfum du vin d'où la levure est originaire.

De plus l'action améliorante des levures sur le vin et sur sa conservation est absolument démontrée. Le raisin recelle, à sa surface, une foule de micro-organismes dont le développement diminue la valeur du vin. Or, plus la proportion de levure de vin est faible au début, par rapport à ces micro-organismes, plus les conditions nécessaires à leur évolution rapide sont favorables.

En employant les levures, on favorise le départ de la fermentation vineuse et on assure une bonne utilisation du sucre, tout en entravant la formation de produits désagréables au goût.

**L'industrie des matières colorantes en Allemagne.** — La *Zeitschrift für angewandte Chemie*, du 10 avril 1900, donne des renseignements statistiques intéressants au sujet de l'industrie des matières colorantes artificielles en Allemagne. Cette statistique a trait aux principales fabriques :

1° *Badische Anilin- und Soda-fabrik*, à Ludvigshafen.

6 207 ouvriers (en 1845 — 30), 146 chimistes, 75 Ingénieurs et praticiens, 433 courtiers et marchands.

L'usine a 203,5 hectares de superficie. A l'intérieur de l'établissement se trouvent 42$^{km}$6 de voies ferrées, 387 wagons, 237 plaques tournantes.

L'usine possède 102 chaudières à vapeur, représentant une superficie de chauffe de 15 500 mètres carrés, 253 machines à vapeur développant 12 160 chevaux.

Elle consomme journellement 81 doubles-wagons de charbon. 130 000 tonnes de matières premières, le charbon excepté, ont été employées en 1899.

2° *Farbwerke vorm. Meister Lucius und Bruning*, à Höchst sur le Mein.

3 670 ouvriers, 128 maîtres et surveillants, 130 chimistes, 37 Ingénieurs et praticiens, 210 courtiers et marchands.

L'usine a 90 hectares de superficie; elle contient 90 chaudières, d'une surface de chauffe de 9 300 mètres carrés. Elle consomme par jour 48 doubles wagons de charbon.

3° *Farbenfabrik vorm. Fr. Bayer et C$^{ie}$*, à Elberfeld.

39 000 ouvriers, 888 chimistes et coloristes, dont 130 chimistes de laboratoire, 29 Ingénieurs, 27 mécaniciens.

Cette maison a pris depuis 15 ans plus de 1 000 brevets.

#### HYDRAULIQUE

**Installation auxiliaire de pompes élévatoires pour la distribution d'eau de Peoria (États-Unis).** — L'installation principale de pompes à vapeur de la Peoria Water-Works C° consiste en trois unités Worthington duplex compound verticales, débitant chacune 32 700 mètres cubes et refoulant l'eau sous une charge moyenne de 91$^m$50. Six chaudières Heine, de 200 chevaux chacune, fournissent de la vapeur à 8 kilogr. aux machines principales et aux pompes alimentaires, pompes à air, machines d'éclairage électrique et autres appareils accessoires.

Le puits principal a 16$^m$15 de profondeur et 10$^m$35 de diamètre intérieur. La quantité d'eau qu'il fournissait étant devenue insuffisante, on exécuta l'installation que décrit en détail dans l'*Engineering News*, du 26 avril, M. Dabney H. Maury, Ingénieur de la Peoria Water-Works C°.

Cette installation auxiliaire a été faite au fond du puits primitif, de façon à réduire la hauteur d'aspiration des pompes principales. A cet effet, on a construit un réservoir en acier autour des tuyaux d'aspiration des pompes principales et on a raccourci ces tuyaux de telle sorte qu'ils puisent dans le réservoir. Quatre caissons, munis de filtres, furent foncés à travers le gravier, pour servir de puits supplémentaires plus profonds; dans chacun d'eux fut installée une pompe centrifuge, et au-dessus d'elle une roue Pelton calée sur le même arbre vertical.

Ces roues Pelton sont actionnées par l'eau à une pression de 9 kilogr. en moyenne, provenant du tuyau de refoulement des pompes à vapeur. Les pompes centrifuges, qu'elles actionnent directement, élèvent l'eau des puits inférieurs dans le réservoir où aspirent les pompes principales, tandis que l'eau qui a actionné les roues Pelton vient se rassembler dans ce même réservoir.

Il n'y a donc aucune perte d'eau, et l'énergie nécessaire pour actionner l'installation auxiliaire est limitée à celle qui est dépensée pour pomper, avec les unités à haut rendement, l'eau qui passe dans les roues Pelton.

#### MÉTALLURGIE

**Le convertisseur Thomas.** — M. A. Spilberg discute, dans une étude publiée par la *Revue universelle des Mines*, de février 1900, la forme et les dimensions du convertisseur Thomas ainsi que les accessoires nécessités par cet appareil.

Dans le calcul des dimensions, l'auteur suppose qu'il s'agit d'une cornue permettant le traitement de 12 tonnes de fonte à la fois. Après avoir montré que l'on peut admettre comme règle : 45 centimètres *en hauteur de fonte* par atmosphère de pression effective, dans un convertisseur Thomas, M. Spilberg indique comment il est possible de déterminer les principales données d'une cornue et en particulier celles de son chapeau ou bec. Passant ensuite à la détermination de la pression du vent nécessaire par rapport à la hauteur du bain, il met en évidence, par des calculs, l'importance énorme de la perte de charge dans un circuit tel que celui du convertisseur; ces calculs montrent, en outre, sur quelles parties du circuit il faut agir pour réduire cette perte et conduisent à cette conséquence que le porte-vent devrait être aussi large et aussi court que possible : les machines soufflantes devraient donc être installées très près des aciéries. Quant à la conduite faisant corps avec la cornue, sa largeur est limitée à son poids, puisqu'elle est mobile avec la cornue ; les perfectionnements dans cette partie de l'appareil devront porter surtout sur les pertes résultant de ses trois coudes.

Après avoir discuté certaines appréciations de Gruner sur le porte-vent des hauts fourneaux, M. Spilberg termine son travail par une étude de la machine soufflante au point de vue de ce que la cornue est en droit de lui demander.

#### MINES

**Contribution à la théorie des puits.** — Dans presque tous les mémoires publiés en ces derniers temps, les auteurs se sont presque toujours contenté de développer les formules fondamentales posées par Dupuit en 1857 : or ces formules ne sont guère applicables qu'aux puits à faible débit et l'on ne peut, sans s'exposer à de très sérieux mécomptes, les utiliser pour les puits dans lesquels s'effectuent de puissants épuisements. M. Brouhon, Ingénieur du Service des eaux de la ville de Liège, a été amené à faire ces remarques, à la suite de recherches spéciales exécutées à l'occasion de l'élaboration du projet d'une nouvelle installation captante, pour la distribution d'eau de Liège ; il a cherché à compléter les formules usuelles, de manière à les rendre applicables aux cas où elles conduisent fatalement à des résultats erronés et en a publié de nouvelles, qu'il était parvenu à établir, dans un mémoire paru en février 1898, sur un *Projet de puits régulateur à établir en Hesbaye*.

Il restait encore à fournir la démonstration de ces nouvelles formules et à justifier ainsi l'emploi qui en a été fait pour le calcul des bases dudit projet. C'est ce que vient de faire l'auteur dans une intéressante étude publiée par la *Revue universelle des Mines*, de février 1900.

Dans cette note, qui comble une lacune importante de la théorie des puits, M. Brouhon rappelle, tout d'abord, les principes et définitions se rapportant à cette théorie; il établit ensuite l'équation différentielle du profil d'une nappe d'eau drainée par un puits circulaire et en déduit l'expression du débit.

Après avoir résumé la théorie ordinaire des puits, l'auteur indique les cas où celle-ci est applicable, cherche la limite de l'erreur commise et donne la formule rectifiée du débit. Dans les cas où la théorie ordinaire est en défaut, il établit les formules de correction, la limite de la profondeur utile d'épuisement et le débit correspondant.

**Les mines de la province de Québec.** — Les mines, dans la province de Québec, ont suivi, pendant l'année 1899, un développement régulier et les travaux de recherches qui y ont été effectués ont montré que les parties non encore explorées peuvent renfermer des gisements importants. M. J. Obalski, inspecteur des mines, dans le *Rapport* que publie le département de la colonisation et des mines (mars 1900), passe en revue les minéraux qui donnent lieu à des industries bien établies, tels que l'amiante, le mica, le cuivre, le chrome, le fer des marais et montre que les travaux dont sont l'objet d'autres minéraux comme l'or, le pétrole, le fer, peuvent conduire également à d'excellents résultats.

De nouveaux territoires viennent d'être accordés, au nord, à la province de Québec; ils n'ont pas encore été prospectés, mais les explorations de la Commission géologique y mentionnent la présence de formations différentes des roches laurentiennes qui, d'après l'auteur, sont aptes à renfermer des minéraux industriels.

Les principaux paragraphes du travail très documenté de M. Obalski se rapportent : au fer, au fer titané, à l'ocre, au fer chromé, au cuivre, au nickel et au cobalt, à la molybdénite, au plomb, au zinc et à l'argent, à l'or, à l'amiante, au graphite, au feldspath, au sulfate de baryte, aux phosphates, au mica, au pétrole, au gaz naturel, à la tourbe et aux matériaux de construction.

L'auteur termine son rapport par des statistiques dans lesquelles il résume la production des mines de la province de Québec, pendant 1899, et par une liste des Compagnies minières, en opération ou susceptibles de produire dans le courant de l'année, avec leurs adresses.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

**Résistance des billes d'acier à l'écrasement.** — L'*Engineering*, du 6 avril, reproduit une communication de M. J.-F.-W. Harris, à l'American Society of Mechanical Engineers, sur la résistance des billes d'acier à l'écrasement.

Les expériences ont été faites au Rose Polytechnic Institute, à l'occasion de l'exécution de paliers à billes destinés à des essais. Les billes ont été fournies directement par six fabricants.

Les premières expériences d'écrasement furent faites en plaçant les billes entre deux plaques d'acier trempé à outils. Ce dispositif ne donna pas de résultats satisfaisants, parce que les billes s'incrustaient profondément dans les plaques.

M. Harris employa alors un dispositif dont il donne la description et qui consiste à maintenir superposées trois billes d'acier que l'on soumet à la pression au moyen d'une machine Riehle de 45 tonnes.

Pendant ces premiers essais, on cherchait un acier suffisamment dur pour permettre d'exécuter les essais par la première méthode, en plaçant les billes entre deux plaques. L'auteur réussit dans cette recherche et les plaques d'acier qu'il employa ne présentaient, après chaque essai, que des empreintes imperceptibles; on enlevait d'ailleurs ces empreintes à la meule avant de passer à l'essai suivant.

Des tableaux et des courbes groupent les résultats obtenus par ces deux méthodes d'essai.

STATISTIQUE

**Statistiques des accidents d'appareils à vapeur survenus en France en 1898.** — Dans leur douzième livraison de 1899, parue tout récemment, les *Annales des Mines* donnent une intéressante statistique des accidents d'appareils à vapeur survenus pendant l'année 1898.

Cette étude comprend tout d'abord une nomenclature détaillée de tous les accidents donnant les noms des localités, la nature des établissements le genre des appareils, leurs formes et leurs destinations enfin les circonstances, les conséquences et les causes présumées des accidents. Cette nomenclature est accompagnée de nombreuses figures et croquis destinés à mieux faire comprendre les circonstances des différents accidents. Enfin un résumé termine ce travail et classe tous les accidents : 1° d'après le genre de l'établissement; 2° d'après l'espèce d'appareil; 3° d'après les causes présumées résultant de l'étude des dossiers administratifs.

La première classification montre qu'aucun genre d'industrie n'a été cause de plus de quatre accidents. Les industries dans lesquelles ce chiffre a été atteint sont : les sucreries, les filatures et tissages, les papeteries et les bateaux à vapeur.

La deuxième classification fait ressortir le grand nombre d'accidents des récipients divers. Parmi les chaudières, les multitubulaires viennent en première ligne avec 9 accidents.

Enfin la troisième classification, de beaucoup la plus intéressante, signale immédiatement les causes les plus fréquentes de sinistres. Ce sont en première ligne, la corrosion des tôles et les surchauffes par manque d'eau et par dépôts gras qui ont provoqué 24 accidents sur un total de 44.

Disons pour terminer que le chiffre total des accidents a été de 44, le chiffre des morts de 22, et celui des blessés grièvement de 33.

TRAVAUX PUBLICS

**Le pont de la Schwurplatz, sur le Danube, à Budapest.** — Le pont de la Schwurplatz, sur le Danube, à Budapest, que M. J. Seefehlner étudie dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* des 5 et 12 mai, est un pont suspendu dont la travée centrale a une portée de 290 mètres et dont la largeur est de 18 mètres. Les deux travées latérales de ce pont au-dessus des berges du fleuve, ont une portée de 44 m 3.

Le tablier métallique de ce pont est essentiellement constitué par des poutres droites à double treillis. Il est supporté par de puissantes chaînes ancrées dans les culées et prenant appui sur des pylônes intermédiaires dont la hauteur totale est de 59 mètres. Les éléments des chaînes sont des pièces en acier de forme particulière, articulées à leurs extrémités les unes sur les autres et dont la longueur varie, suivant les points, de 2 à 10 mètres environ. Ces chaînes supportent le tablier métallique au moyen de montants verticaux.

La forme, les dimensions et le mode d'articulation de ces éléments de chaînes de suspension constituent la véritable originalité de ce pont. M. Seefehlner s'attache particulièrement à leur description; après avoir expliqué longuement pourquoi l'on a préféré ce genre de chaînes aux câbles en acier, il étudie successivement la forme, les dimensions et la nature du métal des éléments de ces chaînes. Il décrit leur mode d'exécution, les ateliers où ils ont été fabriqués et les machines-outils qui ont été employées dans ce travail. Il rend compte également des essais de résistance auxquels ils ont été soumis. L'auteur donne quelques indications sur le prix de revient de cette fabrication. L'ensemble des dépenses pour la construction du pont de la Schwurplatz s'est élevé à 12 millions environ.

## Ouvrages récemment parus.

**Recherche des eaux potables et industrielles,** par Henri Boursault, chimiste de la Compagnie du chemin de fer du Nord. — Un volume petit in-8° de 200 pages avec 16 figures *(Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire)*. — Gauthier-Villars et Masson, éditeurs, Paris. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

La recherche des eaux, telle qu'elle est exposée dans ce manuel, comprend non seulement la découverte de nappes plus ou moins cachées, mais surtout l'étude hydrologique de toutes celles qui doivent être utilisées dans un but déterminé. Après l'examen du débit, qui est pour ainsi dire la base de toute recherche d'eau, l'étude de la qualité présente un intérêt capital.

L'analyse chimique, indispensable comme base d'étude, est impuissante à résoudre seule la question; l'examen bactériologique quantitatif et surtout qualitatif complète heureusement cette analyse; mais une eau, excellente au moment où a été prélevé l'échantillon, peut devenir dangereuse si la nappe qui la produit est exposée à des causes diverses de contamination.

L'étude hydrologique, appuyée sur la connaissance géologique des terrains intéressés, est donc indispensable pour apprécier la valeur d'une eau.

M. H. Boursault a donné à cette partie hydrologique de la question un grand développement, en se basant sur les travaux antérieurs des spécialistes et sur une longue pratique personnelle. Il s'est efforcé de préciser les conditions normales de la circulation superficielle et souterraine, en classant les cas généraux et en éliminant ceux qui, par leurs caractères trop exceptionnels, pourraient conduire à des conclusions erronées.

**Traité élémentaire d'électricité** *avec les principales applications*, par R. Colson, commandant du Génie, répétiteur de physique à l'École Polytechnique. — Un volume in-18 jésus de VI-272 pages avec 91 figures *(3e édition)*. — Gauthier-Villars, éditeur; Paris 1900. — Prix : 3 fr. 75.

Ce petit traité est à la portée de tous ceux qui possèdent une instruction élémentaire et leur permet de se mettre au courant de l'état actuel de l'électricité par des moyens simples et rapides. Il contient, en effet, les notions fondamentales exposées de la façon la plus claire et les principales applications tenues à jour. Les seize chapitres sont consacrés aux questions suivantes : courants, charges, magnétisme, électromagnétisme, induction, unités, méthodes et instruments de mesure, piles et machines, y compris les nouvelles machines à courants polyphasés, moteurs électriques et transport de force, transformateurs et accumulateurs, chaleur et lumière, électro-chimie, distribution de l'énergie, télégraphie, y compris le télégraphe sans fil, téléphonie et microphonie, enfin quelques exemples de calcul usuels. En résumé, c'est un guide sûr et commode pour tous ceux qui commencent l'étude de l'électricité au point de vue pratique.

# INFORMATIONS

### Les chemins de fer en Chine.

Le *Génie Civil* a étudié précédemment (1) la question des intérêts européens en Chine, montrant les zones d'influence des grandes puissances, qui sont indiquées implicitement par les concessions de chemins de fer et les privilèges obtenus par chacune d'elles.

M. Bouillard, Ingénieur en chef de la Compagnie Pékin-Hankow publie, dans la *Revue générale des chemins de fer* du mois de mai une curieuse étude sur les chemins de fer chinois. L'auteur fait d'abord l'historique de la question et montre les préjugés que les premiers Ingénieurs eurent à vaincre pour la construction de lignes ferrées dans l'Empire Chinois. La superstition populaire et le mauvais vouloir des mandarins furent et sont encore les ennemis du progrès chez les Célestes qui voient, dans les chemins de fer, l'instrument le plus actif de la civilisation européenne. Après ces considérations générales, M. Bouillard passe en revue la situation actuelle des railways chinois.

Quelques lignes, appartenant au gouvernement impérial, sont aujourd'hui en exploitation; ce sont celles de Pékin à Changhaïkouan, en passant par Tien-tsin et Takou, et le petit tronçon de Shanghaï à Woosung. C'est sur la première de ces deux lignes que les Boxers révoltés ont exercé récemment leurs déprédations. Les autres réseaux, en cours d'exécution, sont entre les mains de syndicats européens et américains; les principaux sont énumérés ci-après.

La ligne de Pékin à Hankow, qui est la plus avancée, est patronée par une Société franco-belge. La Chine en attend les résultats d'exploitation avant d'accorder de nouvelles concessions aux étrangers. Les lignes de l'Est chinois, attribuées à la Russie, relieront le Transsibérien à Port-Arthur et à Vladivostock. Au sud, la France a acquis la concession de la construction de trois lignes de pénétration, dans la région limitrophe de notre possession du Tonkin, ayant une longueur totale de plus de 600 kilomètres.

Pour faire concurrence à la ligne de Pékin-Hankow, où sont engagés les intérêts français, un syndicat anglo-allemand a l'intention de faire construire le réseau de Tien-tsin à Chin-Kiang, qui doit traverser de riches contrées, mais qui n'a encore reçu aucun commencement d'exécution. Une Société anglo-américaine est en formation pour l'établissement du prolongement de la ligne Pékin-Hankow jusqu'à Canton. En cas de non-réussite, le syndicat franco-belge se substituerait à la Société précitée. Enfin, citons quelques concessions obtenues par les Anglais dans le Yang-tsé, et de Talifou à Yannan-fou, et celles accordées à un syndicat italien, dans le Shen-Si; mais ces diverses lignes ne sont encore qu'à l'état de projet.

### Varia.

**Exposition d'Hanoï en 1901.** — L'ouverture de l'Exposition d'Hanoï (2) est fixée au 1er décembre 1901. Cette Exposition comprendra les sections suivantes :

1° France et Colonies françaises;
2° Indo-Chine française : *Tonkin, Annam, Cochinchine, Cambodge* et *Laos*;
3° Pays d'Extrême-Orient, de Singapore au Japon : *Chine, Corée, Japon, Philippines, Siam, Indes Néerlandaises* et *Straits Settlements*.

Elle a pour objectif principal d'attirer à Hanoï les exposants français dont les produits intéressent le commerce asiatique, et de mettre en contact avec les producteurs les consommateurs de l'Indo-Chine et des pays voisins.

* * *

**Société des Agriculteurs de France.** — La 31e *Session annuelle* de la Société des Agriculteurs de France sera ouverte le 26 juin à 2 heures, et aura lieu à l'hôtel de la Société, 8, rue d'Athènes.

Elle sera suivie du *Congrès international des Syndicats agricoles* qui se tiendra également rue d'Athènes, du 8 au 14 juillet, sous le patronage de la Société.

* * *

**Nominations.** — M. A. Moisant, Ingénieur des Arts et Manufactures, vient d'être élu président de la Chambre de Commerce de Paris, en remplacement de M. G. Masson.

— MM. Balling, Philippe, Debès, Leroux, Adam, Mielle, Guérin, Magdelénat, Pascalon et Gadreau, élèves Ingénieurs des Ponts et Chaussées, hors de concours, sont nommés Ingénieurs ordinaires.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 1, p. 5.
(2) Pour tous renseignements et demandes d'admission s'adresser : au Commissariat général de l'Exposition à Hanoï; au Directeur de l'Office colonial (Palais-Royal, Paris); ou aux Légations et Consulats de France en Extrême-Orient.

*Le Gérant* : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 9. N° 942. Samedi 30 Juin 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900**: Pavillon de MM. Schneider et Cie. Construction de la Coupole métallique *(planches XII et XIII)*, p. 141; Ch. Dantin. — **Chimie industrielle** : Mouvement et progrès de l'industrie chimique dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France, p. 146; Léon Guillet. — **Physique industrielle** : Les gazogènes Riché, p. 149; P. Corbier. — **Études économiques** : Comparaison du travail à la main et du travail à la machine, p. 151. — **Jurisprudence** : De l'incapacité permanente partielle de travail, p. 153; Louis Rachou. — **Variétés** : Fonçage des puits avec chemisage en béton armé, p. 154; — Appareil de levage pneumatique, p. 155; — L'industrie sidérurgique de la Russie méridionale, p. 155; — Nouvelles soupapes d'air chaud et de fumée, p. 156; — Appareil pour la transmission de l'énergie à vitesse variable, p. 156; — Alimentation d'eau des Champs d'or de Coolgardie (Australie occidentale), p. 157.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences (18 juin 1900), p. 158. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 158.

*Planches XII et XIII :* Exposition de 1900. Pavillon de MM. Schneider et Cie. Détails et montage de la charpente métallique.

## EXPOSITION DE 1900

### PAVILLON DE MM. SCHNEIDER & Cie

### Construction de la Coupole métallique.

*(Planches XII et XIII.)*

Le Pavillon de l'exposition particulière de MM. Schneider et Cie occupe, sur la berge rive gauche de la Seine, un emplacement situé en aval du Palais des Armées de terre et de mer et sensiblement dans le prolongement de l'avenue de La Bourdonnais.

Ce Pavillon, dont l'inauguration a eu lieu le 28 courant, est désormais ouvert au public. Il renferme les spécimens les plus intéressants des produits des industries de MM. Schneider et Cie.

Nous citerons seulement :

Une des trois machines de l'appareil moteur du *Kléber*, d'une puissance totale de 17100 chevaux;

Une locomotive à vapeur à grande vitesse, système Thuile, étudiée en vue de remorquer des trains de 200 tonnes à la vitesse de 120 kilom. à l'heure.

Une locomotive électrique à voie normale pouvant remorquer des trains de 300 tonnes sur rampe de 11 millimètres, à une vitesse de 40 ou 50 kilom. à l'heure;

Matériel d'artillerie Schneider-Canet construit aux ateliers du Havre et du Creusot, comprenant notamment :

Un canon de 24 centimètres en tourelle barbette;

Un canon de 24 centimètres de 45 calibres;

Un canon de 20 centimètres de 45 calibres à tir rapide;

Un canon double de 15 centimètres de 45 calibres à tir rapide sur affût double;

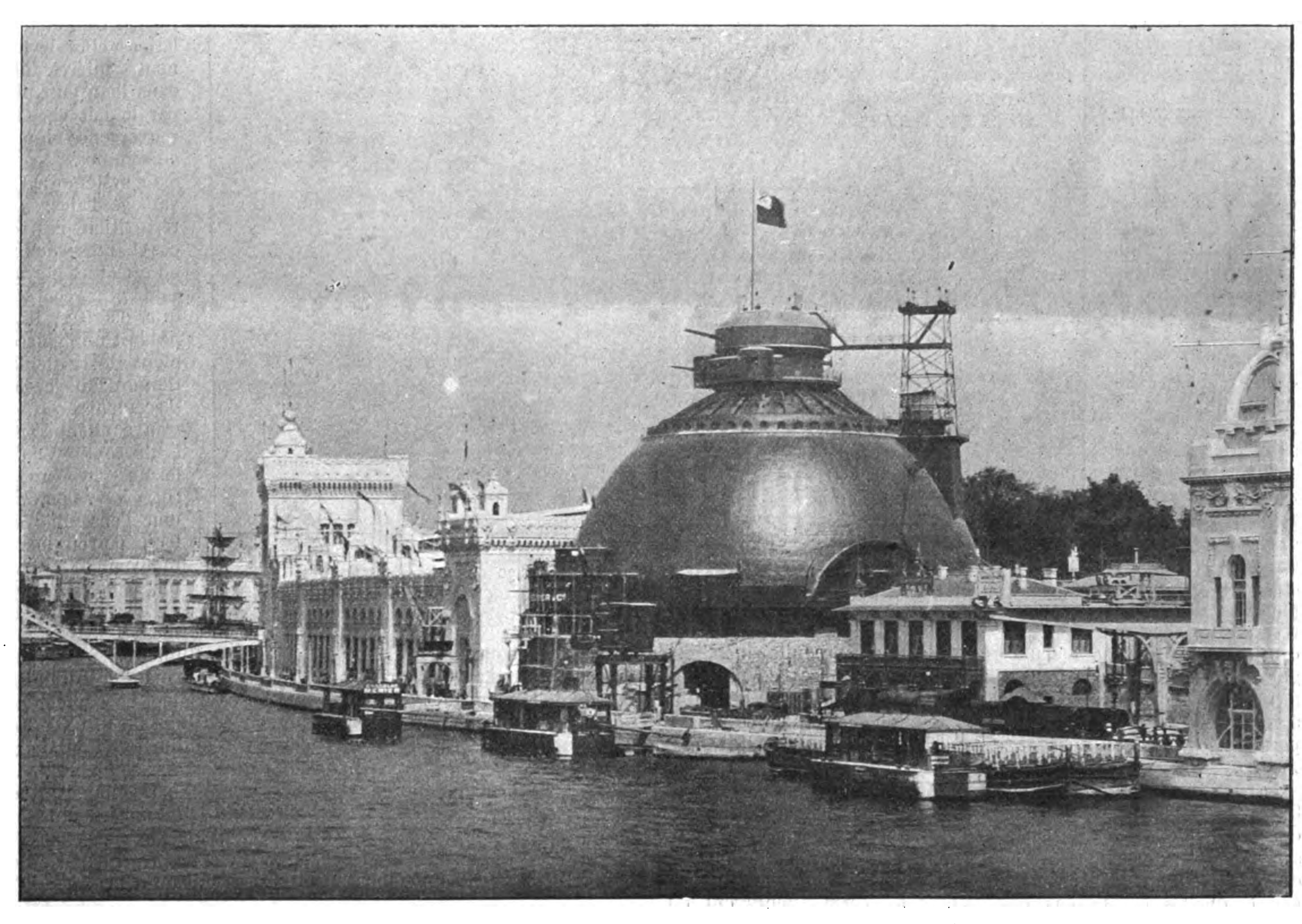


Fig. 1. — Pavillon de MM. Schneider et Cie : Vue d'ensemble, prise du pont d'Iéna, le 27 juin 1900.

Obusiers de bord de 15 et 24 centimètres;

Canons de 15 centimètres, 12 centimètres et 10 centimètres de 50 calibres à tir rapide;

Un obusier de 15 centimètres sur affût-truck système Schneider-Canet-Peigné;

Canons de 47 millimètres et 37 millimètres de 60 calibres;

Un canon de 75 millimètres sur affût de campagne à frein hydro-pneumatique;

De nombreux modèles et spécimens de culasses, de projectiles, de douilles, etc.

Ces diverses expositions sont abritées dans une construction sur

la construction et l'aménagement de laquelle nous allons donner quelques renseignements.

**Description générale.** — Dans son ensemble le Pavillon a la forme d'un immense dôme (fig. 1, et 4 à 7) surmonté d'un campanile. En plan, l'espace libre couvert est limité par une circonférence de 41 mètres de diamètre avec trois pans coupés à l'endroit des baies vitrées des entrées principales; les entrées du côté de la Seine et celles du côté du quai d'Orsay étant à des plans différents, la plate-forme intérieure, recevant les objets exposés, est composée de deux planchers ayant $5^m$ 60 de différence de niveau (fig. 5).

Les hauteurs des différentes parties du Pavillon, rapportées à la cote du plancher du côté de la Seine, sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Hauteur du plancher, côté quai d'Orsay . . | mètres | 5,60 |
| — du faîtage des fermes. . . . . . . | — | 32,64 |
| — du sommet du campanile . . . . . | — | 39,30 |

La couverture extérieure du Pavillon est en plâtre et offre une surface parfaitement lisse (fig. 1 et 4). La partie de cette couverture située près de la base du campanile est garnie de verres-dalles pour l'éclairage. Le revêtement extérieur et le plafond intérieur en voliges sont supportés par des chevrons en bois suivant la méthode ordinaire; ces chevrons reposent sur des pannes métalliques qui sont attachées aux fermes principales en forme d'ogive (fig. 3 et 4).

A $4^m$50 au-dessus de la plate-forme supérieure règnent deux galeries, l'une extérieure et l'autre intérieure, et cela sur tout le pourtour du Pavillon.

**Plancher métallique.** — La plate-forme située au-dessus de la tranchée du chemin de fer des Moulineaux est supportée par un plancher métallique armé de voûtes en briques (fig. 1, pl. XII).

Les murs bordant cette tranchée existaient avant que le bâtiment de l'Exposition particulière de MM. Schneider et $C^{ie}$ fut projeté; on ne pouvait admettre que ces murs pussent servir d'appuis aux poutres d'un plancher destiné à recevoir les charges considérables provenant d'une exposition de produits métallurgiques et devant, en outre, supporter les retombées de plusieurs fermes de la charpente. On a donc été conduit a élever des murs spéciaux parallèlement à ceux du chemin de fer et, de ce fait, la portée des poutres est devenue relativement grande, car elle atteint $17^m$ 20.

Les poutres, au droit des pieds des fermes, sont entretoisées de façon que les poussées des retombées ne produisent aucune flexion de ces poutres dans leur plan horizontal; de plus, le plancher, pris dans son ensemble, est établi pour résister au déplacement que tend à produire la résultante des poussées des fermes qu'il supporte. On voit par là quelles précautions minutieuses les constructeurs ont dû prendre pour édifier un Pavillon reposant, d'une part, sur des murs de fondations fraîchement établis et assez élevés et, de l'autre, sur un plancher métallique recouvrant une tranchée soumise aux vibrations et aux ébranlements résultant du passage des trains. Le poids total du plancher est de 300 tonnes environ.

**Charpente métallique.** — Nous avons déjà dit que la double couverture du Pavillon était supportée par un chevronnage en bois reposant sur des pannes métalliques (fig. 1, pl. XII). Ces pannes, espacées de 3 mètres environ dans la partie courante, sont dirigées suivant le rayon de la courbe moyenne des fermes; elles sont donc d'autant plus inclinées qu'elles s'éloignent du faîtage. Cette disposition était nécessaire pour rendre facile l'installation de la double couverture. Ces pannes sont composées de nervures en tôles et cornières formant un double T à ailes inégales et dont l'âme est dirigée suivant le rayon des fermes; elles résistent rationnellement aux composantes des poids normales et tangentielles aux fermes.

Les fermes sont au nombre de douze. Les vingt-quatre demi-fermes divisent le dôme en autant de secteurs égaux ayant $5^m$50 de base. Les dix-huit demi-fermes courantes ont une forme ogivale; les six demi-fermes servant d'appui aux baies vitrées ne diffèrent des autres que par leur partie inférieure qui est en forme de piédroit.

Le système de fermes qui a été choisi est celui dit à triple articulation (fig. 1, pl. XII). Il a l'avantage, n'exigeant pas de faire intervenir les déformations élastiques pour connaître les poussées, de permettre de déterminer avec exactitude les valeurs de ces poussées puisqu'on est sûr qu'elles passent par les articulations de retombées et de clé. Cette condition était très importante dans un ouvrage présentant la particularité de reposer partiellement sur un plancher métallique susceptible de légères déformations.

Pour réaliser pratiquement les conditions théoriques que l'on s'imposait, c'est-à-dire pour rendre les fermes réellement articulées à leur sommet, on a été amené à les faire converger sur une sphère (fig. 3 et 4, pl. XII), au lieu de les faire reposer, suivant la méthode classique, sur une couronne ou cercle de faîtage. C'est la première fois, croyons-nous, que le problème ait été abordé dans le but d'en obtenir la solution complète; car si les fermes, prises isolément, présentent le système connu des trois articulations, elles deviennent intéressantes dans leur ensemble par le fait de leur convergence absolue au sommet.

Ce système a l'avantage d'aider à la répartition rapide des charges: au cas où certaines fermes sont plus chargées que d'autres, il se produit un déplacement de l'articulation du faîtage, déplacement qui se trouve atténué par l'intervention des fermes les moins chargées, puisque tout l'ensemble est forcé d'avoir même mouvement au sommet.

Fig. 2. — Pavillon de MM. Schneider et $C^{ie}$: Montage des premières fermes; Vue prise le 12 février.

La section des fermes (fig. 1 à 10, pl. XII), se compose d'une âme pleine de 8 millimètres d'épaisseur, de quatre cornières $70 \times 70 \times 8$ et de plates-bandes de 270 millimètres de largeur dont l'épaisseur totale est variable. La hauteur des âmes est de 750 millimètres aux retombées (fig. 5, pl. XII), de 1 mètre aux reins (fig. 6, pl. XII), et de 600 millimètres au faîtage. Une ferme courante, composée de deux demi-fermes semblables, a les centres des articulations de retombées distants horizontalement de $41^m$ 91; la distance verticale des articulations de retombées et de faîtage est de $26^m$ 740.

Les calculs de ces fermes à trois articulations ne présentent rien de particulier; ils ont été établis sur les bases suivantes :

a) *Charges permanentes :*

| | | |
|---|---|---|
| Fermes par mètre courant de développement. . . . . . . . . . | | 160 kilogr. |
| Pannes des verrières par mètre courant de panne . . . . . . . | | 30 — |
| Pannes courantes — — . . . . . . . | | 50 — |
| Sablière et galerie inférieure par mètre courant de contour : | | |
| Sablière . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 80 kilogr. | |
| Châssis verres-dalles . . . . . . . . . . . . . . . | 50 — | |
| Solives garde-corps . . . . . . . . . . . . . . . . | 350 — | |
| | | 480 — |
| Couverture, plafond, chevronnage, par mètre superficiel . . . | | 140 — |
| Verres et fers à vitrage du sommet, près de la base du campanile, par mètre superficiel . . . . . . . . . . . . . . | | 30 — |
| Campanile (métaux et couverture), poids total sur chaque demi-ferme. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 2230 — |

b) *Surcharges :*

| | |
|---|---|
| Sur la couverture depuis les galeries inférieures jusqu'au sommet, par mètre superficiel | 50 kilogr. |
| Sur les planchers des galeries et du campanile, par mètre superficiel | 450 — |

c) *Vent :*

| | |
|---|---|
| Effort horizontal par mètre superficiel | 120 — |

Les fermes ont été calculées dans les trois hypothèses suivantes :

1° Charges permanentes et surcharges générales ;

2° Charges permanentes et surcharges sur demi-fermes seulement ;

3° Charges permanentes et pression du vent d'un seul côté.

On a admis, comme limite de résistance de l'acier, sans déduction des trous de rivets : 10 kilogr. par millimètre carré, sous l'action des charges permanentes et des surcharges, et 13kg 5, sous l'action des charges permanentes et du vent. Lorsque les surfaces frappées sont obliques à la direction du vent, on néglige généralement la composante parallèle à ces surfaces ; mais, dans cette construction, par suite des redans formés par la galerie inférieure, la ligne des hublots et le campanile avec ses saillies, on a dû tenir compte des forces vives du vent habituellement considérées comme perdues. C'est pourquoi les efforts dus au vent ont été calculés à raison de 120 kilogr. par mètre carré de projection verticale des surfaces frappées ; mais, par contre, on a admis la limite de résistance relativement élevée de 13k 5 par millimètre carré des aciers. Le poids total de la coupole et du campanile est d'environ 400 tonnes.

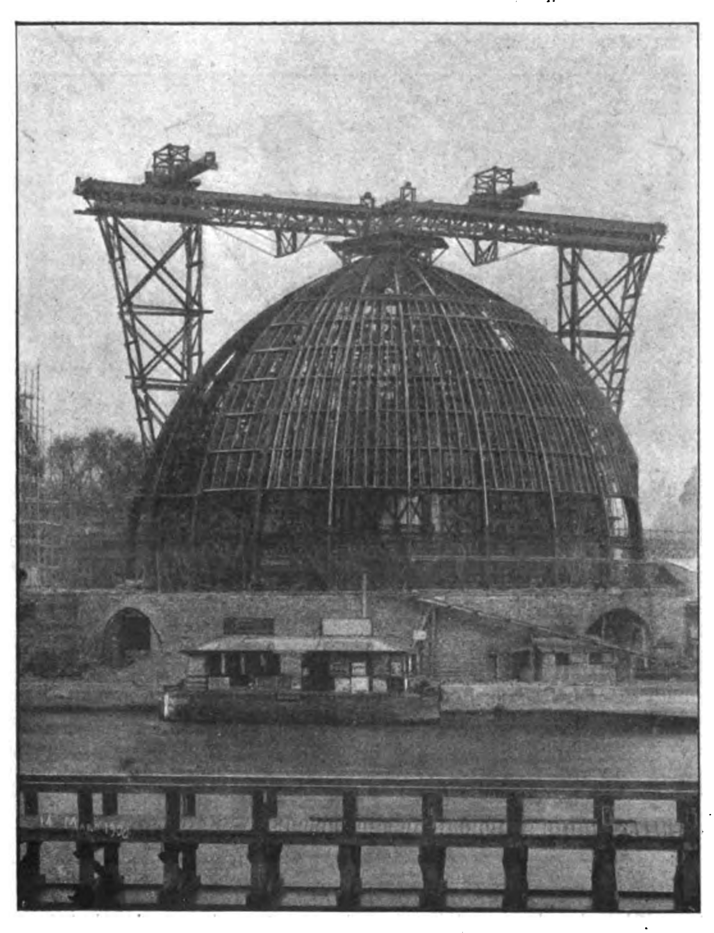


Fig. 3. — Dernière période du montage des fermes ; Vue prise le 14 mars.

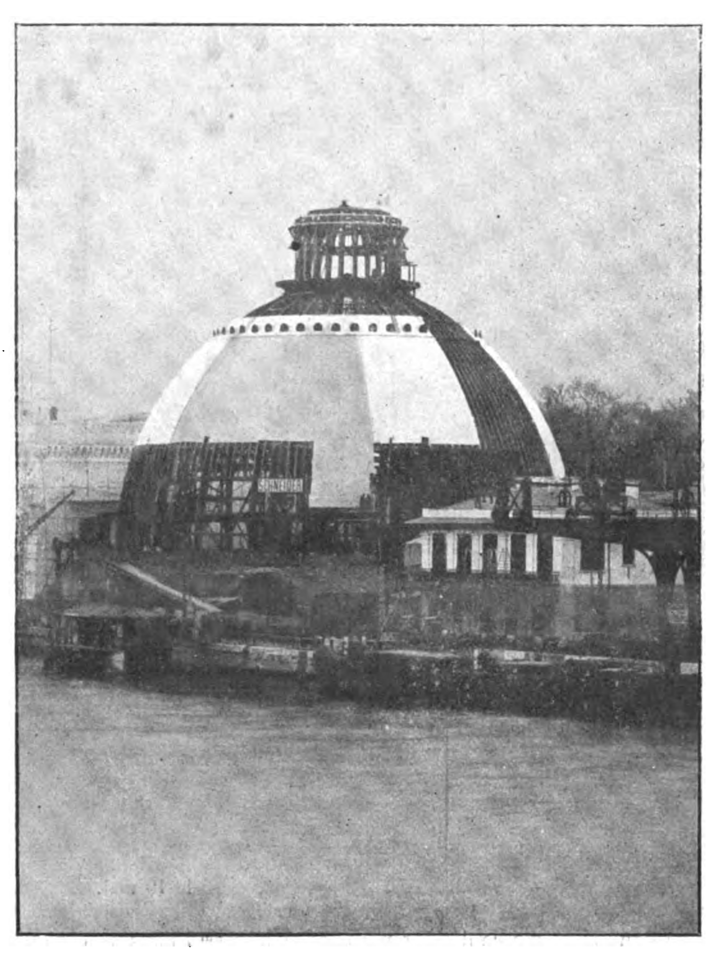


Fig. 4. — Mise en place de la couverture du Pavillon ; Vue prise le 7 avril.

Rotule de faitage. — Le point le plus délicat de la construction est l'articulation commune du faîtage des fermes. En projection horizontale, les fermes étant au nombre de douze, cette articulation représente l'intersection de douze rotules de même diamètre et concentriques, ce qui lui donne la forme d'une boule (fig. 3 et 4, pl. XII).

L'épaisseur de portage des fermes sur la sphère centrale se compose de l'âme de ces fermes et de deux doublures en tôle, soit au total une épaisseur de 25 millimètres ; ces 24 portages qui rayonnent autour du sommet, ont été poussés jusqu'à se toucher presque et leur extrémité est distante seulement de 0m 100 de l'axe vertical de la boule à laquelle on a donné un diamètre de 0m 400.

Le contact d'une demi-ferme, en supposant que la poussée soit horizontale, se fait sur un arc de cercle de 0m 350 de corde et de 0m 100 de flèche ou plutôt sur un arc de 120 degrés (fig. 3, pl. XII) ; par conséquent, un rayon mené de l'extrémité du portage fait un angle de 60 degrés avec l'horizontale.

La plus grande inclinaison de la poussée au faîtage est donnée lorsque le vent souffle avec l'intensité de 120 kilogr. qu'on a supposée. L'angle que fait cette poussée avec l'horizontale est alors de 32 degrés environ ; elle passe encore assez loin de l'extrémité des fermes et assure toujours un bon portage. Dans ces conditions, le travail maximum de cette surface de portage est de 3kg 7 par millimètre carré.

Le faible travail de l'articulation de faîtage a permis de mouler la sphère en fonte. Si l'on considère cette sphère pressée de tous les côtés par les fermes du pavillon surchargées uniformément, la poussée de chaque demi-ferme étant de 9 400 kilogr. environ, il en résulte un travail insignifiant de 0kg 57 par millimètre carré de section diamétrale.

Réglage et décalage des fermes. — En temps ordinaire, dans un montage moins précipité, on n'eût réglé l'empannage qu'après que la déformation des fermes se fût produite, pour être certain qu'elles fussent dans les conditions théoriques admises ; mais, à cause de la rapidité qu'il fallait apporter dans la construction, on a été forcé de placer les pièces des derniers secteurs ou secteurs de fermeture et de régler l'empannage avant la mise en place du campanile et lorsque la pose de la double couverture était déjà commencée.

Il était donc important de connaître, en vue des mesures à prendre pour le montage, quelles étaient les déformations des fermes produites par les diverses charges qu'elles supportent.

Les déformations dues aux moments de flexion, ont été calculées rigoureusement, en tenant compte de la variation des sections des fermes depuis les retombées jusqu'au faîtage.

On devait assurer la fixité de l'articulation du sommet jusqu'à ce que la dernière ferme fût montée, pour les raisons suivantes :

1° Les fermes construites sur le même gabarit aux ateliers de Chalon-sur-Saône devaient retrouver, en montage, les mêmes dimensions de corde et de flèche ;

2° Sous le poids des métaux, le sommet d'une ferme, livrée à elle-même, s'abaisse et les fermes montées en dernier lieu eussent été soulagées au détriment de celles précédemment montées de sorte qu'elles ne se seraient pas toutes trouvées dans les mêmes conditions de fatigue.

On a calculé que, sous le poids des métaux, le sommet d'une ferme s'abaisse de 5 millimètres. La partie de double couverture, depuis la sablière (point n° 10) jusqu'à la panne n° 4, relève le sommet de 12 millimètres, et la partie qui charge les pannes nos 3 à 1 abaisse le sommet de 2 millimètres. Une augmentation de 10 degrés de température relève le sommet de 5 millimètres.

On a été conduit, par les résultats qui précèdent, à prendre la boule

faîtière entre deux calages pour l'empêcher de s'abaisser ou de s'élever.

On a trouvé que, pour empêcher le sommet d'une ferme de s'abaisser de 5 millimètres, il fallait réagir sur ce sommet par un effort de bas en haut de 650 kilogr. environ, ce qui, pour les douze fermes, donne une charge de 7800 kilogr. à l'axe du pylône central.

Lorsque les fermes ont été montées et qu'il a fallu les abandonner à elles-mêmes, il était nécessaire de connaître, pour régler l'empannage, les variations des abscisses des demi-fermes, variations qui sont les plus fortes aux reins vers les pannes nos 7 et 8; la double couverture aplatit les fermes, tandis que le campanile produit un renflement plus fort que l'aplatissement. La résultante de ces deux effets est une augmentation d'abscisses qui atteint jusqu'à 11 millimètres.

Lorsqu'on a placé les pièces des secteurs de fermeture, on a été conduit à lâcher un peu les boulons d'assemblage de toutes les pannes vers les reins, afin de permettre aux fermes de se déformer librement pour rester dans les conditions théoriques admises.

On s'est rendu compte du déplacement horizontal du faîtage dans une ferme, dont une moitié serait frappée par le soleil et l'autre res-

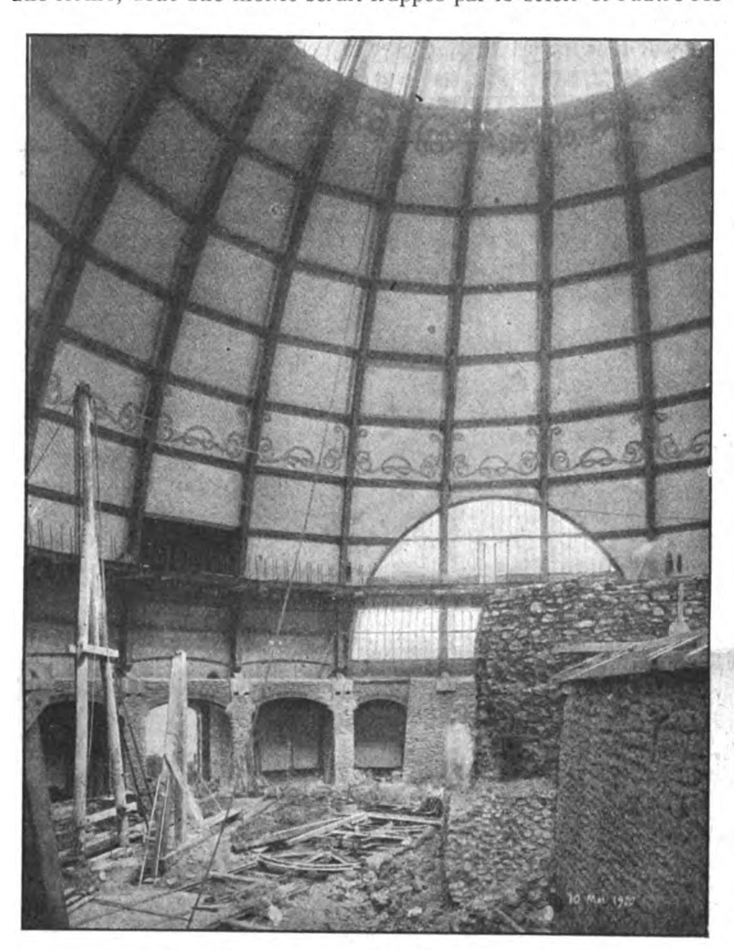


Fig. 5. — Vue intérieure du Pavillon, prise le 10 mai.

terait dans l'ombre; ce déplacement serait de 2mm7 dans le cas où il y aurait une différence de 10° entre les températures des deux demi-fermes, déplacement de très faible importance relativement aux dimensions du Pavillon.

Outillage et mécanisme de montage. — Les circonstances dans lesquelles le pavillon devait être édifié ont amené les constructeurs à employer un outillage très puissant (fig. 1 à 4, pl. XIII et fig. 2 et 3 du texte) qui permît de monter le bâtiment avec une très grande rapidité.

A l'aide de cet outillage important relativement au tonnage des métaux à mettre en place, on a atteint pleinement le but que l'on se proposait: le montage du gros-œuvre n'a duré que 35 jours, la première pièce ayant été levée le 10 février, et le 15 mars les fermes étaient abandonnées à elles-mêmes. A cette date, on pouvait enlever les gros échafaudages et poursuivre les travaux de parachèvement et de peinture avec des échafaudages plus légers.

On a monté les fermes les unes après les autres, en plaçant à la fois les deux demi-fermes qui se faisaient équilibre. Lorsqu'une ferme était montée et reliée aux précédentes, on l'abandonnait à elle-même pour passer à une ferme suivante. Au niveau du pied des fermes, il a fallu constituer une plate-forme de manœuvre et de roulement des échafaudages; elle se composait du plancher métallique situé au-dessus de la tranchée du chemin de fer des Moulineaux et d'un plancher provisoire avec échafaudage en bois sur la berge de la Seine.

L'outillage comprenait dans ses grandes lignes (pl. XIII) :

1° Un pylône central fixe A;

2° Deux échafaudages intérieurs roulants B servant d'appuis aux fermes en montage;

3° Deux ponts roulants C sur lesquels étaient installés les grands chariots mobiles D servant au levage des pièces;

4° Un treuil double à vapeur E et le mécanisme de levage et de translation des pièces à mettre en place.

*Pylône central A.* — Ce pylône en bois (fig. 1, pl. XIII) est fixe; il sert à régler toute la construction. C'est sur lui qu'on a dû caler l'articulation de faitage.

Il se compose de huit montants en bois rond de 25 centimètres de diamètre et situés sur une circonférence de 7 mètres de diamètre. Il est moisé et contreventé à la manière ordinaire. Le plancher supérieur, qui est situé au-dessus du faitage des fermes, est à 28m20 de hauteur au-dessus du pied desdites fermes; il a la forme d'un octogone de 10 mètres de diagonale (fig. 2, pl. XIII). Au centre de ce plancher est placé le pivot autour duquel tournent les deux ponts roulants C (fig. 1 et 2, pl. XIII, et fig. 2 et 3 du texte).

*Échafaudages roulants.* — Les deux échafaudages B (fig. 1 et 4, pl. XIII, et fig. 2 du texte) sont diamétralement opposés et placés sous les secteurs formés par les demi-fermes déjà montées et sous les demi-fermes en montage; ils offrent sur leur hauteur plusieurs planchers formant redans, dont les extrémités suivent la courbe d'intrados des

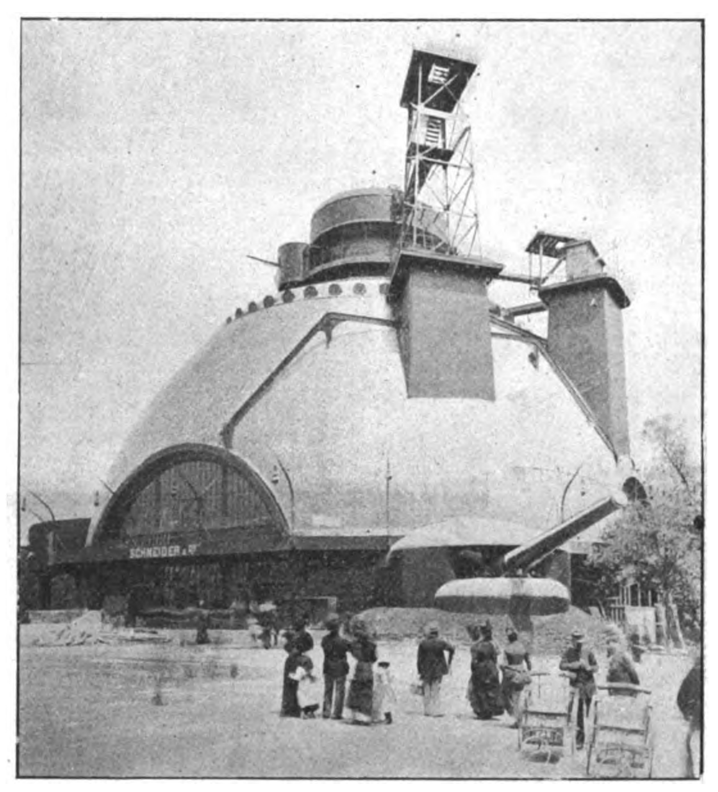



Fig. 6. — Vue, du côté de l'avenue de La Bourdonnais, prise le 27 juin.

fermes. Le plancher supérieur est à 23m46 au-dessus du pied de ces fermes.

Ces échafaudages se déplacent sur deux rails concentriques de 6m80 et 17m47 de rayon (fig. 2. pl. XIII). Chacun d'eux est supporté par quatre galets; les deux galets du rail extérieur sont espacés de 4m56.

*Ponts roulants de levage.* — Chaque pont roulant de levage C (fig. 1 à 4, pl. XIII) comporte un plancher horizontal supérieur qui, en plan, a la forme d'un rectangle. Ce plancher est soutenu par deux poutres parallèles qui reçoivent le chemin de roulement d'un grand chariot D ; ces poutres, situées au-dessus du pylône central, reposent par l'une de leurs extrémités sur ce pylône et par l'autre sur un chevalet vertical. Celui-ci se déplace sur deux rails concentriques espacés de 2 mètres; le rail extérieur est le même que celui de l'échafaudage roulant B.

En plan, les planchers supérieurs des deux ponts roulants C sont presque diagonalement opposés; l'arbre vertical X autour duquel ils pivotent est dans l'axe du pylône central. Sur ce pylône, l'extrémité du plancher supérieur est supportée par deux galets qui se déplacent sur deux rails concentriques de 0m44 et 3m44 de rayon.

L'emplacement du terrain concédé pour l'édification du Pavillon n'a pas permis d'englober les fermes par les ponts roulants; par suite, leur disposition ne permettait pas de placer leurs planchers supérieurs directement au-dessus des secteurs en cours de montage, ce qui eût beaucoup simplifié l'outillage. On a dû recourir à l'emploi de grands chariots D (fig. 1, 3 et 4, pl. XIII) qui se déplacent sur ces

planchers supérieurs et qui lèvent en porte-à-faux les pièces de la charpente à l'aide de petits chariots (fig. 3 et 4, pl. XIII), ayant leurs chemins de roulement perpendiculaires aux premiers. Les chariots F sont solidaires d'autres petits chariots mobiles G auxquels sont suspendues des caisses de contrepoids.

Les tronçons de charpente à mettre en place peuvent ainsi avoir trois mouvements :

1° Un mouvement vertical ou de levage;

2° Un mouvement de translation dans le sens du rayon du bâtiment et produit par le déplacement du grand chariot D sur le pont roulant C;

3° Un mouvement de translation perpendiculaire au précédent et produit par le déplacement du petit chariot F sur le grand chariot D.

*Treuil double à vapeur.* — En vue de la sûreté des manœuvres, on s'est imposé la condition d'exécuter tous les mouvements d'en bas à l'aide d'un treuil à vapeur posé sur le plancher au niveau du pied des fermes (fig. 1, pl. XIII). De cette façon, le chef monteur a tous ses hommes sous la main et l'on écarte les dangers inséparables des travaux exécutés à de semblables hauteurs. Les seuls ouvriers indispensables dans les parties supérieures des échafaudages sont ceux qui sont chargés de l'assemblage des tronçons du bâtiment.

Le treuil se compose (fig. 1, 6 et 7, pl. XIII) de deux tambours *a* sur lesquels s'enroulent les câbles de levage *c* et de deux roues à empreintes *b* dans lesquelles s'engagent les chaînes de translation *d*.

A l'aide d'un système d'embrayage, on peut faire tourner ces quatre organes ensemble ou séparément. Chaque moitié du treuil comprenant un tambour et une roue à empreinte dessert un chantier de levage, c'est-à-dire un des deux ponts roulants avec tous ses mécanismes.

Fig. 7. — Pavillon de MM. Schneider et Cie : Vue extérieure, du côté de la Seine, prise le 10 mai.

*Levage.* — Le levage se fait au moyen d'un câble métallique qui s'enroule sur le tambour du treuil pour venir aboutir à un point fixe *p* sur l'extrémité du plancher supérieur du pont roulant (fig. 1, pl. XIII). La disposition des poulies de retour qui conduisent le câble depuis le tambour jusqu'au point fixe ne doit pas gêner le déplacement du pont roulant C. De plus, pendant la translation des chariots D et F le câble ne doit pas changer de longueur, afin que le crochet de suspension de la charge reste à la même hauteur.

Ces conditions sont satisfaites par la disposition suivante :

Le câble de levage à sa sortie du tambour du treuil passe sur une poulie pivotante *f* (fig. 7, pl. XIII), telle que sa gorge suive sans cesse la direction variable pendant l'enroulement sur toute la longueur du tambour.

Le câble monte ensuite verticalement et passe sur la poulie pivotante *g* (fig. 4, pl. XIII) placée sur le plancher du pylône central. De là il s'engage dans la gorge d'une autre poulie également pivotante *h* (fig. 2, pl. XIII) située sous le pont roulant C; il monte ensuite verticalement pour atteindre la poulie fixe *i* (fig. 2 et 6, pl. XIII) devient horizontal, suit la poulie *j* du grand chariot D (fig. 2 et 3, pl. XIII) et prend une direction perpendiculaire guidé par la poulie *k* du petit chariot F (fig. 2 et 3, pl. XIII). Il descend verticalement pour prendre la poulie de suspension *l* (fig. 3, pl. XIII) et remonte sur une deuxième poulie *m* du petit chariot F (fig. 2 et 3, pl. XIII) pour revenir horizontalement passer sur la poulie de retour *n* (fig. 2 et 3, pl. XIII) placée à l'extrémité de la volée du grand chariot D. De là, il retourne parallèlement à lui-même, atteint la poulie *o* (fig. 2, pl. XIII) qui le guide dans une direction perpendiculaire et enfin s'attache au point fixe *p* situé à l'extrémité du pont roulant C (fig. 1, pl. XIII).

*Translation du grand chariot.* — Le mouvement du grand chariot D est commandé par une chaîne sans fin qui s'engage dans la roue à empreintes du treuil à vapeur. A sa sortie du treuil, la chaîne sans fin *d* est horizontale, elle passe sur une poulie fixe *q* (fig. 7, pl. XIII), puis sur une poulie de retour *r* (fig. 7, pl. XIII) pour monter verticalement jusqu'à une autre poulie de retour *s* (fig. 7, pl. XIII). La chaîne revient horizontalement s'enrouler sur une poulie à empreintes *t* calée sur un arbre plein vertical *u* (fig. 2 et 6, pl. XIII) et retourne au treuil en suivant un chemin parallèle au premier et guidée par des poulies placées à côté de celles qui servent à sa montée.

La poulie *t* actionne l'arbre vertical *u* qui entraîne à son tour une autre poulie à empreintes *v* (fig. 2 et 6, pl. XIII) sur laquelle s'engage une deuxième chaîne sans fin horizontale *w* (fig. 2, pl. XIII). Cette chaîne, dont les extrémités viennent s'attacher au grand chariot, est guidée par les poulies de retour *x,y,z* (fig. 2, pl. XIII) et peut ainsi être entraînée dans un sens ou dans l'autre.

Le mécanisme de translation du second grand chariot est identique à celui qui vient d'être décrit pour le premier avec cette seule différence que l'arbre vertical commandant la seconde chaîne est creux. Sur cet arbre en fonte, concentrique à l'arbre *u*, sont calées les deux roues à empreintes dont l'inférieure reçoit l'action du treuil et la supérieure commande le mouvement d'avancement ou de recul du grand chariot.

*Translation des petits chariots.* — La translation des petits chariots F et G se fait à bras d'homme au moyen d'une chaîne tombante *1* (fig. 3, pl. XIII) qui s'engage dans une roue à empreintes *2* calée sur un arbre *3* (fig. 2 et 3, pl. XIII). Celui-ci porte un pignon d'angles *4* s'engrenant avec une roue conique *5*, calée sur un arbre *6*; cet arbre commande une seconde roue à empreintes *7* qui entraîne une chaîne sans fin produisant le mouvement de translation du petit chariot de levage F.

Sur le même arbre *6* est calée une roue *9* engrenant avec une autre roue *10*; celle ci est calée sur un arbre *11* qui porte une roue à empreintes *12* entraînant une chaîne sans fin destinée à produire le mouvement de translation du petit chariot G porteur du contrepoids.

Le rapport des roues dentées *9* et *10* est tel que la course du petit chariot de levage soit dans le rapport de 4 à 3 avec celle du petit chariot porteur du contrepoids.

L'effet du contrepoids mobile se combine avec celui d'un contrepoids fixe placé sur le grand chariot D au droit des galets de roulement de ce chariot afin d'équilibrer la charge maximum de 1 800 kilogr. lorsqu'elle est placée à l'extrémité de la volée.

*Déplacements des échafaudages et des ponts roulants.* — Les déplacements des échafaudages B et des ponts roulants C se font à bras d'homme en agissant simplement, à l'aide de pinces, sous les galets de roulement; les positions extrêmes occupées par l'un des ponts roulants, forment entre elles un angle de 150°, c'est-à-dire que celui-ci parcourt une demi-circonférence, moins les arcs de deux secteurs de 15° chacun.

On peut se rendre compte, par l'exposé que nous venons de faire, qu'une étude laborieuse était nécessaire pour que le montage pût être effectué avec sécurité, rapidité et économie.

Les projets et l'exécution de la partie métallique du Pavillon de MM. Schneider et Cie, ainsi que son montage, ont été effectués sous la direction de M. Michel Schmidt, directeur des Chantiers de Chalon-sur-Saône, par MM. Rochebois et Peyrot, Ingénieurs, et M. Camus Félix, chef monteur de ces Chantiers.

Ch. Dantin.

## CHIMIE INDUSTRIELLE

### MOUVEMENT ET PROGRÈS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE

### dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France.

AVANT-PROPOS. — Après avoir étudié l'état actuel de l'industrie chimique, d'une part dans la région parisienne (1) et, d'autre part, dans les régions du Nord et du Nord-Ouest (2), nous allons nous occuper des régions suivantes :

1° *Région du Nord-Est*, comprenant les départements des Ardennes, de la Marne, de la Meuse, de la Meurthe-et-Moselle, de la Haute-Marne et des Vosges ;

2° *Région de l'Est*, constituée par la Côte-d'Or, la Haute-Saône, le Doubs, le Jura, l'Ain, l'Isère, la Haute-Savoie et la Savoie ;

3° *Région du Centre*, formée par le Loiret, le Loir-et-Cher, l'Indre-et-Loire, l'Aube, l'Yonne, la Nièvre, le Cher, l'Indre, la Vienne, la Haute-Vienne, la Creuse, l'Allier, la Saône-et-Loire, le Rhône, la Loire, la Haute-Loire, le Puy-de-Dôme, la Corrèze et le Cantal ;

4° *Région de l'Ouest*, comprenant la Sarthe, la Mayenne, le Maine-et-Loire, la Loire-Inférieure, l'Ille-et-Vilaine, le Morbihan, le Finistère et les Côtes-du-Nord.

Nous garderons toujours la même classification ; nous indiquerons région par région les fabricants et la production de chaque produit.

**Considérations générales.** — Examinons d'abord chacune de ces régions à un point de vue général.

*Région du Nord-Est.* — La région du Nord-Est se trouve dans un état de supériorité très marquée : elle possède, en effet, des mines de chlorure de sodium de la plus grande importance, qui l'ont placée à la tête de l'industrie de la soude ; de plus, les voies de communication les mieux desservies lui assurent l'écoulement rapide de ses produits.

Aucun des départements qui la constituent ne produit de charbon.

La consommation de cette matière a oscillé, durant ces dix dernières années, autour de 575 000 tonnes pour les Ardennes, 500 000 tonnes pour la Marne, 150 000 tonnes pour la Meuse, 3 200 000 tonnes pour la Meurthe-et-Moselle (dans ce dernier département, il y a eu une augmentation de consommation considérable : de 1889 à 1897, le chiffre est passé de 2 498 000 à 4 041 200), 330 000 tonnes pour la Haute-Marne et 300 000 tonnes pour les Vosges.

Le charbon consommé est fourni surtout par le bassin de Valenciennes, la Belgique et l'Allemagne. Toutefois l'Angleterre, la Haute-Saône, la Saône et la Loire en envoient de certaines quantités, notamment dans les Vosges et dans la Haute-Marne.

Cette région du Nord-Est ne doit d'occuper l'une des premières places dans l'industrie chimique qu'à ses abondantes mines de sel.

*Région de l'Est.* — La fortune de la région de l'Est date de peu de temps ; ce sont les récentes découvertes permettant l'utilisation du courant électrique et, partant, des chutes d'eau, qui ont fait de ces départements l'une des parties les plus intéressantes de notre pays au point de vue industrie chimique. Nous verrons comment les industries électro-chimiques, qu'elles utilisent soit la chaleur de l'arc, comme dans la fabrication du carbure, soit l'action décomposante du courant, comme dans l'obtention de la soude et du chlore, s'y sont rapidement développées. De ce côté, le dernier mot n'est pas encore dit et nous pouvons espérer voir augmenter considérablement le nombre de ces usines.

Parmi les départements constituant la région de l'Est, il y en a cinq qui produisent du charbon. Ce sont : la Côte-d'Or (production moyenne : 10 000 tonnes), la Haute-Saône (230 000 tonnes), la Savoie (11 000 tonnes), la Haute-Savoie (200 tonnes) et l'Isère (200 000 tonnes). La production totale moyenne n'atteint donc que 451 200 tonnes, tandis que la consommation moyenne totale s'élève à 1 460 000 tonnes, qui se répartissent ainsi : Haute-Saône, 180 000 tonnes ; Côte-d'Or, 200 000 tonnes ; Doubs, 180 000 tonnes ; Jura, 95 000 tonnes ; Ain, 145 000 tonnes ; Isère, 550 000 tonnes ; Haute-Savoie, 35 000 tonnes et Savoie, 75 000 tonnes.

L'excédent de la consommation sur la production provient d'Allemagne, de Belgique, d'Angleterre et du bassin du Centre.

*Région du Centre.* — La région du Centre contient un point du plus haut intérêt ; nous voulons parler de Lyon et de ses environs qui constituent un centre de production et de consommation d'une importance presque aussi grande que celui de Paris ; il est surtout marqué par la diversité de sa fabrication. De plus les mines de pyrites de Saint-Bell, qui forment l'une des fortunes de la Compagnie de Saint-Gobain, se trouvent dans le département du Rhône. Enfin la production de charbon est considérable ; elle atteint la moyenne de 7 300 000 tonnes qui proviennent de neuf départements : Allier, Cantal, Corrèze, Loire, Haute-Loire, Nièvre, Puy-de-Dôme, Rhône et Saône-et-Loire.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, nos 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 et 26.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, nos 20, 21, 22, 23, 25 et 26.

La consommation moyenne est de 200 tonnes (Loiret), 55 (Loir-et-Cher), 125 (Indre-et-Loire), 150 (Aube), 100 (Yonne), 225 (Nièvre), 220 (Cher), 90 (Indre), 90 (Vienne), 150 (Haute-Vienne), 75 (Creuse), 650 (Allier), 1 250 (Saône-et-Loire), 1 300 (Rhône), 1 300 (Loire), 150 (Haute-Loire), 250 (Puy-de-Dôme), 75 (Corrèze) et 30 (Cantal).

La région du Centre consomme quelques quantités de charbons provenant de Belgique, d'Angleterre, d'Allemagne, de Valenciennes et d'Alais.

*Région de l'Ouest.* — Un certain nombre des départements constituant la région de l'Ouest sont particulièrement favorisés par la possession de marais salants assez importants ; de plus l'industrie de l'iode est absolument localisée en Bretagne.

Pour le charbon, cette région serait dans une situation assez désavantageuse si la voie de mer ne favorisait l'arrivée des charbons anglais. Elle ne contient, en effet, que trois départements (Loire-Inférieure, Maine-et-Loire et Mayenne) produisant du charbon en petites quantités ; la production moyenne totale ne dépasse pas 80 000 tonnes, tandis que la consommation atteint 1 250 000 tonnes se décomposant ainsi : Sarthe, 140 000 ; Mayenne, 100 000 ; Maine-et-Loire, 180 000 ; Loire-Inférieure, 525 000 ; Ille-et-Vilaine, 150 000 ; Morbihan, 90 000 ; Finistère, 150 000 et Côtes-du-Nord, 60 000.

**Grande industrie chimique.** — CHLORURE DE SODIUM. — Aucune des régions que nous avons étudiées jusqu'ici n'est productrice de chlorure de sodium. Nous rencontrons aujourd'hui les régions du Nord-Est, de l'Est et de l'Ouest qui ont au contraire une grande importance à ce point de vue.

Les sources de sel marin peuvent se diviser en trois espèces distinctes : 1° les marais salants ; 2° les sources salines ; 3° les mines de sel gemme. L'on sait que les deux premières relèvent, au point de vue impôts, du service de la Douane ; les mines relèvent des Contributions indirectes.

Voici, d'après les renseignements qu'ont bien voulu nous fournir ces administrations, la production en 1899 des sels non dénaturés :

*Production des marais salants et sources salées en sel comestible* (en tonnes).

| RÉGIONS | DÉPARTEMENTS | PRODUCTION EN 1899 |
|---|---|---|
| Ouest (marais salants) | Loire-Inférieure | 88 361 |
| | Morbihan | 5 497 |
| Nord-Est (salines) | Meurthe-et-Moselle | 279 756 |

*Production des mines de sel gemme en sel comestible* (en tonnes).

| RÉGIONS | DÉPARTEMENTS | PRODUCTION EN 1899 |
|---|---|---|
| Nord-Est | Meurthe-et-Moselle | 50 453 |
| Est | Doubs | 12 178 |
| | Jura | 14 374 |
| | Haute-Saône | 3 083 |

Nous ignorons la production totale, qui est formée par les chiffres que nous venons de donner et les quantités de sel consommées par l'industrie.

En résumé, la production de sel comestible, en 1899, a atteint 330 209 tonnes pour la région du Nord-Est, 29 635 tonnes pour la région de l'Est, et 93 858 pour la région de l'Ouest.

En 1897, il y avait, dans la Meurthe-et-Moselle, 17 concessions où l'on opérait par puits et dissolution ; dans le Doubs, 3 concessions ; dans le Jura, 4 concessions ; dans la Haute-Saône, une seule. Dans ces concessions, l'on se servait seulement de dissolution.

La même année, on exploitait, dans la Loire-Inférieure, 2 937 marais salants d'une superficie de 2 520 hectares, et 92 dans le Morbihan avec une superficie de seulement 512 hectares.

Pour les marais salants, il ne faut pas s'étonner que la production ait été aussi forte en 1899 ; cela provient de ce que la température a été particulièrement favorable à la récolte du sel dans l'Ouest de la France.

Les sels paient 100 francs de droit de consommation à l'État par 1 000 kilogr. Ceux destinés à l'industrie et à la culture sont exonérés de cet impôt ; l'acheteur doit produire les pièces prouvant qu'il a l'emploi de ce sel.

Le sel livré à l'industrie peut être dénaturé de l'une des façons suivantes :

10 kilogr. de naphtaline par 1 000 kilogr. de sel ;
25 — de goudron — 1 000 — ;
50 — de carbonate de soude par 1 000 kilogr. de sel.

Pour la culture, on emploie l'un des produits ou mélanges suivants :

200 kilogr. de tourteaux oléagineux par 1 000 kilogr. de sel ;

100 — de tourteaux
5 — de peroxyde } par 1 000 kilogr. de sel ;

10 — de poudre d'absinthe
10 — de mélasse
5 — de peroxyde } par 1 000 kilogr. de sel ;

250 — de chaux par 1 000 kilogr. de sel.

Toutes les salines de Meurthe-et-Moselle, du Doubs, de la Haute-Saône, et celles du bassin de l'Adour ont formé un syndicat qui ne comprend pas les marais salants.

Les cours des sels des salines de l'Est n'ont pas éprouvé grandes variations depuis 1870 ; 1 fr. 50 ou 1 franc par 100 kilogr., suivant que la récolte a été ou non favorable dans l'Ouest. Quant au sel marin, les prix ont varié suivant la production annuelle, qui dépend essentiellement de la température et de la sécheresse des mois de juillet et d'août.

Les trois étés de 1879, 1880 et 1882 ont été très pluvieux dans l'Ouest ; les cours ont varié à ce moment-là de 6 francs à 30 francs la tonne.

Les principales salines du Nord-Est et de l'Est sont :

Celles de Vic, Moyenvic (Meurthe-et-Moselle), Montmorot (Jura) et Arc (Doubs), exploitées par la Société anonyme des anciennes Salines Domaniales de l'Est [cette Compagnie possède, en outre, une importante fabrique de produits chimiques à Dieuze (Alsace-Lorraine)] ; les salines de Varangéville, Dombasles, Sommerviller, Rosières et Saint-Nicolas (Meurthe-et-Moselle), appartenant à la Société des Salines de Varangéville; la saline de Saint-Nicolas (Meurthe-et-Moselle), relevant du Comptoir de l'Industrie du sel et des produits chimiques de l'Est (Marchéville-Daguin) ; les salines de Pouilley-les-Vignes (Doubs), Perrigny (Jura), Miserey, Sainte-Valdrée et Sainte-Lucie.

Le graphique ci-joint (fig. 1) résume les importations et exportations des différents sels. On voit que nos exportations dépassent de beaucoup

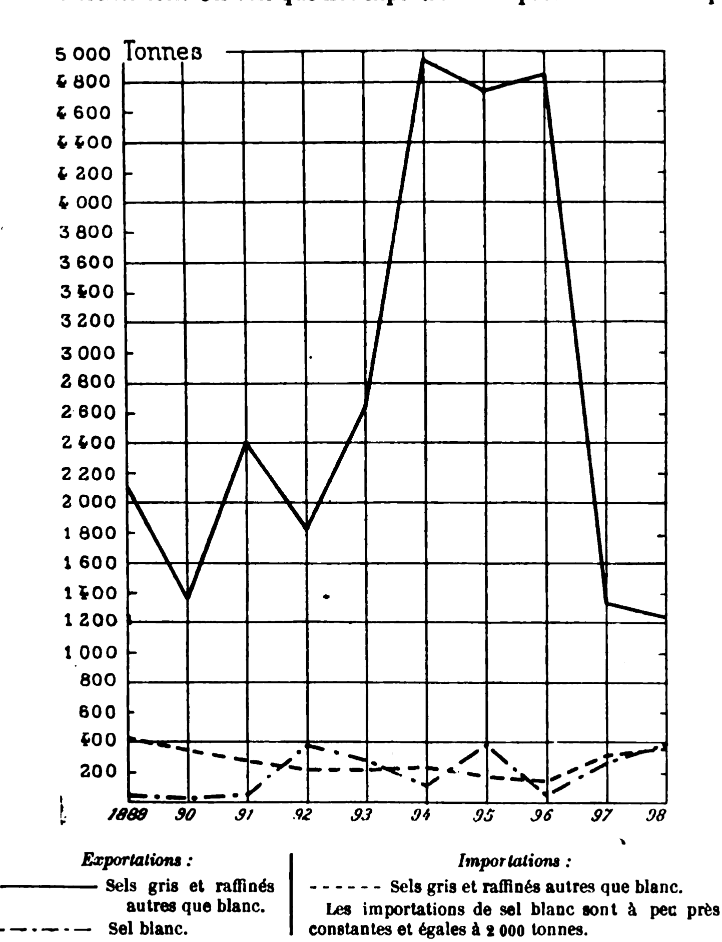



FIG. 1. — Importations et exportations des différents sels (chlorure de sodium).

les importations, nos exportations vont surtout en Belgique. Dans les importations sont compris les sels qui proviennent d'Algérie.

SOUDE. — La région du Nord-Est a vu se localiser chez elle l'industrie de la soude à l'ammoniaque. En effet, l'on ne compte, en France, que quatre usines se livrant à cette fabrication : les deux usines Solvay dont l'une, la plus importante, est à Varangéville-Dombasle (Meurthe-et-Moselle), et l'autre à Salin-de-Giraud (Bouches-du-Rhône) ; la Soudière de la Meurthe, à Varangéville; enfin l'usine de la Société du Comptoir de l'Industrie du sel et des produits chimiques de l'Est (Marchéville, Daguin et Cie) à la Madeleine-devant-Nancy.

Nous ne pouvons décrire ici tous les détails de la fabrication de la soude à l'ammoniaque et même ses derniers perfectionnements; nous nous contenterons de rappeler les équations qui servent de base à ce procédé :

$$CO^2 + AzH^3 + H^2O = CO^3HAzH^4$$
$$CO^3HAzH^4 + NaCl = AzH^4Cl + CO^3HNa$$
$$2CO^3HNa = CO^3Na^2 + H^2O + CO^2$$
$$2AzH^4Cl + Ca(OH)^2 = 2AzH^3 + CaCl^2 + H^2O$$

La réaction du chlorure de sodium sur le carbonate acide d'ammonium est connue depuis 1838; MM. Rolland et Schlœsing en avaient même cherché l'utilisation industrielle en 1855.

Un procès, resté célèbre, entre la Société Solvay et la maison Daguin, démontra que l'on pouvait, avec des appareils différents, utiliser les mêmes réactions. Quant à décrire les perfectionnements qu'on a pu apporter chaque année dans les procédés de la soude à l'ammoniaque, cela est absolument impossible; les brevets sont trop nombreux et encore ne donnent-ils que des descriptions très brèves.

On sait que la grande critique adressée à ces procédés réside dans la non-récupération du chlore; on doit même ajouter que c'est là ce qui a permis au procédé Leblanc de fonctionner encore dans certains cas. On a proposé un grand nombre de réactions pour perfectionner les procédés à l'ammoniaque et éviter ce grave inconvénient. Aucune n'a encore répondu aux desiderata formés; aucune n'a donné lieu à une exploitation industrielle continue.

Les usines de soude à l'ammoniaque ont créé une Société en participation qui date de 1887. La production *totale* (y compris l'usine des Bouches-du-Rhône) est de 140 à 150 000 tonnes. Si on ajoute la production de la soude Leblanc, qui ne dépasse pas, à l'heure actuelle, 8 000 tonnes, on voit que la quantité de soude produite en France ne dépasse pas 150 à 160 000 tonnes.

Dans ce chiffre n'entrent pas les quantités de soude caustique fabriquées par les deux seules usines utilisant l'électrolyse. Nous avons déjà donné la production de celle de la Société de Lamothe (procédé de Griesheim), qui atteint 2 500 tonnes; quant à celle de la Volta Lyonnaise (procédé Outhenin-Chalandre), dont l'usine est située à Moutiers (Savoie), elle est entrée trop récemment en fonctionnement pour que l'on puisse être renseigné d'une façon précise.

La description du procédé Outhenin-Chalandre a été donnée dans une autre étude; nous n'avons donc pas à y revenir (1).

Les débouchés de la soude sont aussi nombreux qu'importants; on doit citer plus particulièrement les usages qu'il en est fait en verrerie, en gobeleterie, en savonnerie, dans le blanchiment, dans les fabriques d'outremer, d'eau de Javel, de silicates de soude, dans les raffineries de sucre, en teinturerie, dans les filatures, etc... Il n'est pas de fabriques de produits chimiques qui n'en consomment pas.

Nous ne pouvons terminer ce qui a trait à cette industrie, sans donner quelques détails sur les établissements Solvay, qui ont su conquérir une place si importante dans l'industrie chimique du monde entier.

*Établissements Solvay.* — La Société Solvay et Cie a été créée en 1872, après les premiers résultats industriels du procédé de la soude à l'ammoniaque trouvé par M. Solvay. Depuis sa fondation, elle n'a cessé de prospérer; possédant de très importantes mines et salines dans l'est et le sud de la France, elle a pu, en créant les usines de Varangéville-Dombasles et du Salin-de-Giraud, se rendre, en quelque sorte, maîtresse du marché de la soude.

En outre, elle a fondé à l'étranger de nombreuses Sociétés en participation. Nous citerons particulièrement la Société Brunner, Mond and Co, qui possède les usines de Nortwich, Sandbach, Middlesbro et Middlevich, en Angleterre; la Deutsche Solvay Werke Actien-Gesellschaft, dont les usines sont à Bernburg (Anhalt), à Wyhlen près Bâle, et à Sarrable (Alsace-Lorraine); la Lubinoff-Solvay Cie, qui a des fabriques à Beresniki et Lissitchansk (Russie); enfin la Solvay Process Co, qui possède deux usines, l'une à Syracuse, et l'autre à Detroit, en Amérique. La Société Solvay et Cie possède encore deux usines en Hongrie, à Ebeusée et à Moros-Ujar.

Dans quatre de ses usines, elle commence à utiliser le procédé électrolytique de Castner-Kellner : à Jemeppe-sur-Sambre (Belgique), à Nortwich (Angleterre), à Ostermenburg (Allemagne), et à Lissitchansk (Russie).

D'ailleurs cette importante Compagnie n'a pas limité ses études à la soude; elle a également porté son attention du côté de l'industrie des fours à coke, dans laquelle elle s'est créé un nom. Les fours Smet-Solvay sont très employés; le nord de la France en compte, comme nous l'avons déjà dit, un certain nombre.

ACIDE SULFURIQUE. — Dans la région du Nord-Est, nous ne trouvons aucune usine d'acide sulfurique.

Dans les autres régions, les fabricants sont les suivants :

Dans l'Est : la maison Pastrié, au Foulon, près Dijon;
Dans le Centre : la Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, dans ses

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, no 4, p. 54.

trois usines de Saint-Fons (Rhône), Montargis et Tours; la Société des Engrais et Produits chimiques de Sens; la Société des Produits chimiques du Puiseaux (Loiret); Jalabert et Cie à Lyon, et la maison Frapier, à la Madeleine, près Orléans;

Dans l'Ouest : la Société des Produits chimiques de l'Ouest, à Saint-Marc (Finistère), dont l'usine vient d'être achetée par la maison Dior, de Granville; la Société des Produits chimiques d'Hennebont (Morbihan); la maison Conilleau, au Mans; l'usine de MM. Pilon, Buffet et Durand-Gosselin, et celle de MM. Prescielle et Jouan, toutes deux à Nantes.

La production des régions de l'Est et du Centre est de 105 à 110 000 tonnes; celle de l'Ouest est de 35 000 tonnes.

Dans le Nord-Est, il y aura d'ici peu une usine, que fait construire la Compagnie de Saint-Gobain, à Reims; elle sera édifiée sur le type de la plupart des usines de cette Société et pourra produire 20 à 25 000 tonnes d'acide sulfurique 52-53° B.

La même Société bâtit également une usine à Nantes, ce qui portera la production de la région de l'Ouest à 55 ou 60 000 tonnes.

Enfin la « Volta Lyonnaise » doit faire construire une usine pour exploiter le procédé de la « Badische Anilin- und Soda-Fabrik » dans les environs de Lyon.

Deux particularités sont à noter :

Le Centre contient la seule usine de France, qui fasse l'acide sulfurique au soufre; c'est celle de MM. Jalabert et Cie. Il y avait une autre fabrique à Marseille; mais elle a, nous assure-t-on, cessé sa fabrication.

Nous signalerons, de plus, la disposition particulière des chambres de plomb de la Société des Produits chimiques de l'Ouest. Cette disposition, figurée par le schéma ci-contre (fig. 2), est circulaire; et ces

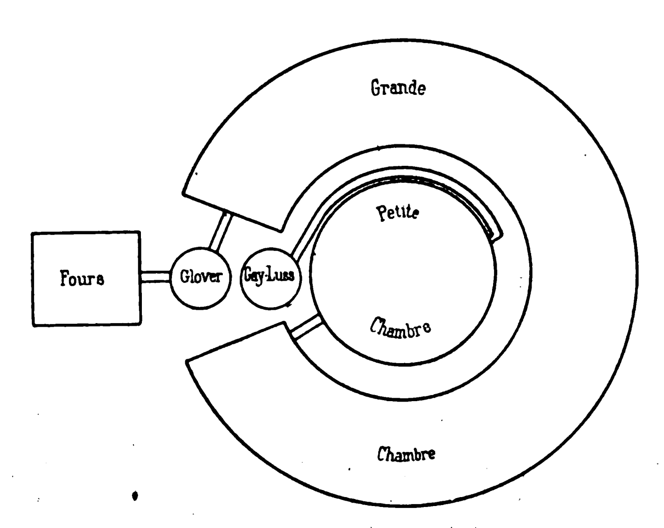



Fig. 2. — Chambres de plomb circulaires (système J. Delplace).

chambres, du système J. Delplace, sont munies de siphons destinés à accélérer le mouvement de la masse gazeuse. Elles cubent 6500 mètres cubes.

Nous retrouverons d'ailleurs cette disposition dans l'étude de l'industrie chimique en Algérie.

Des systèmes semblables fonctionnent à l'étranger; nous citerons les fabriques suivantes : Leather à Bradford (7 700 mètres cubes); Verstraete à Gand (6 000); the Gas Light and Coke, à Londres (9 000); la Société de Produits chimiques de la Dyle, à Louvain (8 200).

Nous pouvons, d'ores et déjà, donner un chiffre approximatif concernant l'industrie de l'acide sulfurique en France. La région du Centre renferme, en effet, les importantes mines de pyrites de Saint-Bell; or, la Compagnie de Saint-Gobain, qui les possède, en extrait, chaque année, 300 000 tonnes. Si maintenant nous consultons les importations, nous trouvons une moyenne de 100 000 tonnes; quant aux exportations, elles sont portées pour 50 000 tonnes dans les statistiques de la douane; d'après les renseignements que nous avons pu nous procurer, ces chiffres sont beaucoup trop élevés, car ils comprennent des pyrites grillées, et les exportations ne doivent être évaluées qu'à 10 000 tonnes.

Nous avons donc approximativement une consommation de 400 000 tonnes de pyrites, à laquelle correspond une production d'acide sulfurique de 800 000 tonnes (acide sulfurique des chambres). Il faudrait y ajouter la production d'acide sulfurique au soufre, qui est relativement insignifiante (5 000 tonnes).

Nous pouvons ajouter que la Compagnie de Saint-Gobain consomme, à elle seule, 140 000 tonnes de pyrites. Sa production en acide des chambres est donc de 280 000 tonnes, soit un peu plus du tiers de la production française.

Dans notre étude sur les régions du Sud, nous aurons à revenir sur cette importante industrie.

Acide azotique. — Il ne se trouve aucun fabricant de ce produit dans les régions du Nord-Est, de l'Est et de l'Ouest.

La région du Centre possède deux usines situées dans le Rhône : l'une appartient à M. Chevalier, à Villeurbanne; l'autre à MM. Jalabert et Cie à Lyon. La production ne dépasse pas 1 000 à 1 200 tonnes.

Acide chlorhydrique. — On ne rencontre qu'une seule usine s'occupant de ce composé; c'est celle de Saint-Fons, qui appartient à la Compagnie de Saint-Gobain. Sa production est relativement considérable; elle atteint 18 à 20 000 tonnes.

Chlorure de chaux. — L'usine de Saint-Fons utilise une partie de son acide chlorhydrique à faire le chlorure de chaux; elle en produit ainsi 2 000 tonnes.

Nous ne croyons pas que l'usine de Moutiers ait encore commencé à en faire.

Enfin, il faut noter que la Compagnie de Fives-Lille fait monter, pour la production électrolytique du chlore et de la soude, à Bozel (Savoie), une usine qui pourra utiliser environ 8 000 chevaux.

Nous ferons remarquer que l'usine appartenant à la Société des Soudières électrolytiques, laquelle avait été créée en vue de l'exploitation du procédé Hulin (voie sèche), aux Clavaux (Isère), a dû cesser sa fabrication à peine établie.

Eau de Javel. — Il n'y a aucun producteur important d'eau de Javel dans les régions dont nous nous occupons; seuls existent quatre ou cinq petits transformateurs qui achètent quelques fûts de chlorure de chaux, chaque année; la production est absolument insignifiante.

L'on peut d'ailleurs ajouter que l'eau de Javel est un produit absolument inconnu dans le midi et même au-dessous du méridien de Bourges. Certains courtiers de Paris, possesseurs de dépôts situés dans les principales villes du Midi, ont essayé en vain d'introduire ce produit sur le marché.

Le seul mode de blanchiment employé dans ces régions est encore le blanchiment sur prés; telle doit être la principale cause de cet état de l'industrie de l'eau de Javel, dans le sud de la France.

**Superphosphates et sels ammoniacaux.** — Superphosphates. — Dans le Nord-Est, il ne se trouve aucun fabricant de superphosphates.

Dans les autres régions, nous rencontrons les usines suivantes :

Dans l'Est : la maison Pastrié, au Foulon, près Dijon, et l'usine de la Société des Engrais et Produits chimiques de l'Est, à Dijon;

Dans le Centre : la Compagnie de Saint-Gobain, à Saint-Fons, Montargis et Tours; la maison Coignet, à Lyon; la Compagnie des Engrais et Produits chimiques de l'Est (anciens établissements Bargy), à Lyon; la maison Laprévote et Cie, à Saint-Fons; la Société des Engrais et Produits chimiques de Sens; les maisons Collette, à Nevers; Frappier, à Orléans; Boucheny, à Lorcy (Loiret); en tout, dix usines dans le Centre;

Dans l'Ouest : la maison Conilleau, au Mans; l'usine de Buzard, à Nantes, qui appartient à MM. Pilon, Buffet et Durand-Gosselin, et la fabrique de MM. Prescielle et Jouan, à Nantes.

La production des régions du Centre et de l'Est atteint 195 à 200 000 tonnes; celle de l'Ouest est de 35 à 40 000 tonnes.

Les usines en construction à Reims et à Nantes augmenteront la production de ces régions d'environ 80 000 tonnes.

Nous signalerons tout particulièrement l'importance de la fabrication du superphosphate d'os. C'est ainsi que les maisons Coignet, Laprévote et Cie et l'usine de Buzard ne s'adonnent qu'à cette fabrication; la maison Collette produit moitié superphosphate d'os et moitié superphosphate ordinaire.

La production totale des trois régions en superphosphate d'os s'élève à 55 ou 60 000 tonnes.

De fortes exportations de ce produit sont faites, notamment par la maison Coignet, qui en expédie d'importantes quantités en Suisse.

L'alimentation des régions que nous étudions, en phosphate, est faite par les mines du Pas-de-Calais, de la Somme et de l'Aisne d'une part, et par la Belgique d'autre part. Mais les gisements algériens commencent également à fournir les usines du Centre; ils semblent, d'ailleurs, appelés à alimenter entièrement toute cette région. Quant aux gisements des Pyrénées, ils n'ont pas encore donné lieu à une exploitation régulière; les recherches, entreprises par trois Sociétés, continuent.

Lorsque nous étudierons les régions du Sud, nous trouverons encore de nombreux et importants fabricants de superphosphates. D'ailleurs cette industrie est extrêmement prospère en France.

Nous avons pu nous procurer des renseignements généraux sur différents autres pays. Voici leur production en superphosphates pour 1899 :

*Production des superphosphates en 1899* (en tonnes).

| | | | |
|---|---|---|---|
| Allemagne | 750 000 | Italie | 300 000 |
| Angleterre | 800 000 | Espagne | 80 000 |
| Autriche | 120 000 | Russie | 50 000 |



On voit l'importance qu'a prise cette industrie en Europe. En Autriche, en Italie et en Espagne, il n'en était pas produit du tout il y a dix ans. D'ailleurs, en Russie, la fabrication est limitée à la Pologne et à la Podolie.

Sels ammoniacaux. — *Chlorhydrate d'ammoniaque.* — Nous avons dit précédemment qu'il n'y avait que quatre maisons fabricant le sel ammoniac : deux dans la région parisienne, une dans la région du Nord-Ouest, et la maison Marcheville, Daguin et Cie, à la Madeleine-devant-Nancy ; nous avions oublié une usine importante, celle de MM. Xardel frères, à Malzéville (Meurthe-et-Moselle).

La production des deux fabriques de la région du Nord-Est est de 200 tonnes.

Dans les autres régions que celles précitées, il n'y a aucune usine s'occupant du sel ammoniac.

*Sulfate d'ammoniaque.* — Nous avons déjà montré combien il était difficile d'avoir des chiffres précis au sujet du sulfate d'ammoniaque. On sait seulement que l'on peut estimer la production de la province à 5 000 tonnes (sans compter, bien entendu, les fours à coke).

Certaines statistiques publiées par les journaux étrangers donnent comme production totale, en 1898, 40 000 tonnes, chiffre qui semble assez près de la réalité, contre 100 000 en Allemagne et Autriche, 215 000 en Angleterre et 30 000 en Belgique et Pays-Bas.

En Allemagne, les usines à gaz ne produiraient que 14 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque, tandis que les fours à coke en donneraient 86 000.

De plus, d'après une étude très complète du marché anglais du sulfate d'ammoniaque en 1899, publiée par le *Journal für Gasbeleuchtung* du 28 avril dernier, il résulterait que la production anglaise a été de 202 000 tonnes; la consommation nationale n'a atteint que 58 500 tonnes ; les exportations ont été de 140 000 tonnes. Un tableau résume toutes les exportations faites par l'Angleterre depuis 1894. Nous en extrayons ce qui a trait à la France :

*Importations anglaises de sulfate d'ammoniaque en France* (en tonnes).

| ANNÉES | IMPORTATIONS | ANNÉES | IMPORTATIONS |
|---|---|---|---|
| 1894 | 8 796 | 1897 | 23 116 |
| 1895 | 7 345 | 1898 | 15 966 |
| 1896 | 12 766 | 1899 | 10 049 |

On voit que ces chiffres ont été en croissant et que la plus forte importation est celle de 1897. Cela doit provenir de ce que, d'une part, le tout-à-l'égout a abaissé considérablement la production par les eaux de vidanges en 1896 et 1897. Si les importations ont été moindres en 1898, c'est que les fours à coke tout nouvellement construits avaient déjà fait sentir leur influence.

Dans les régions que nous étudions se trouvent de très importantes usines à gaz ; nous noterons Lyon, Saint-Étienne, Nantes, Tours, Nancy, etc.

Lyon fait environ 1 000 tonnes ; Nantes, 350 tonnes.

Il y a, de plus, quelques fabricants qui achètent des eaux ammoniacales ou traitent les matières épurantes. Nous citerons la maison Pilon, Buffet et Durand-Gosselin, à Nantes, et la nouvelle Société nantaise de Produits chimiques, à la Morinière, près Nantes ; cette dernière fait environ 90 à 100 tonnes.

Mais il est absolument impossible d'avoir un chiffre global.

(*A suivre.*)

Léon Guillet,
*Ingénieur des Arts et Manufactures,*
*Licencié ès sciences.*

## PHYSIQUE INDUSTRIELLE

### LES GAZOGÈNES RICHÉ

Le *Génie Civil* a déjà publié, l'année dernière (1), une description des gazogènes Riché. Le développement pris dans l'industrie par ces appareils, les perfectionnements apportés récemment dans leurs détails nous semblent donner quelque intérêt à l'étude de leurs dispositions actuelles, et c'est ce que nous nous proposons de faire ici en donnant la description de la petite usine que la Compagnie du gaz H. Riché expose actuellement à l'annexe de Vincennes (Exposition universelle, classe 20).

Cette installation comprend (fig. 1, 2 et 3) un gazogène à deux cornues chauffé au bois, qui peut fournir 15 à 16 mètres cubes de gaz à l'heure, et un gazomètre d'une capacité de 5 mètres cubes.

Le gaz produit par cet appareil alimente, après simple passage dans un cylindre en tôle rempli de mousse des bois, trois moteurs de trois chevaux effectifs, des marques « Otto », « Le Gnome » et « Tangye »; un four à moufle à récupération, système Emilio Damour, pour cuissons céramiques; et divers brûleurs, chalumeaux et appareils de chauffage et d'éclairage. Il alimente également, et par intervalles, un moteur Letombe monocylindrique et à simple effet d'une dizaine de chevaux, actionnant le ventilateur de mise en marche du gazogène Letombe placé à côté et qui actionne lui-même un moteur à deux cylindres et à triple effet de 150 chevaux effectifs.

Nous rappellerons d'abord brièvement le principe du gazogène Riché en signalant les perfectionnements apportés à cet appareil depuis quelques mois; nous décrirons ensuite une disposition indépendante du gaz employé et qui semble intéressante pour toutes les installations de moteurs à gaz.

Chaque élément de distillation est constitué par une cornue cylindrique en fonte spéciale A (fig 2 et 3), placée verticalement dans une gaine de chauffage B, et reposant à sa partie inférieure et par son propre poids dans une gorge C garnie d'un joint de silicate et d'amiante. La partie supérieure de la cornue A est fermée par un tampon en fonte que presse, sur la bride de la cornue, un étrier à vis.

L'étanchéité du joint est assurée par un cordon d'amiante logé dans une gorge circulaire en forme de queue d'aronde qui est creusée dans l'épaisseur du tampon de fermeture en fonte.

C'est par le haut que l'on introduit les bois-charbonnettes, menus, déchets, copeaux, etc. ; le charbon de bois, résidu de leur distillation et formant 20 % de leur poids, tombe à la partie inférieure où il est maintenu, pendant les opérations suivantes, à une température comprise entre 850 et 900°.

Le pied horizontal et de forme cylindrique D, avec lequel fait corps la gorge C, est fermé à son extrémité par un tampon et un étrier identiques à ceux de la tête de cornue A. Les gaz sortent par l'ouverture E et se rendent, en traversant une trompette demi-circulaire F, munie d'un regard, et un plongeur G, dans la cloche d'un barillet H mis en communication avec le gazomètre.

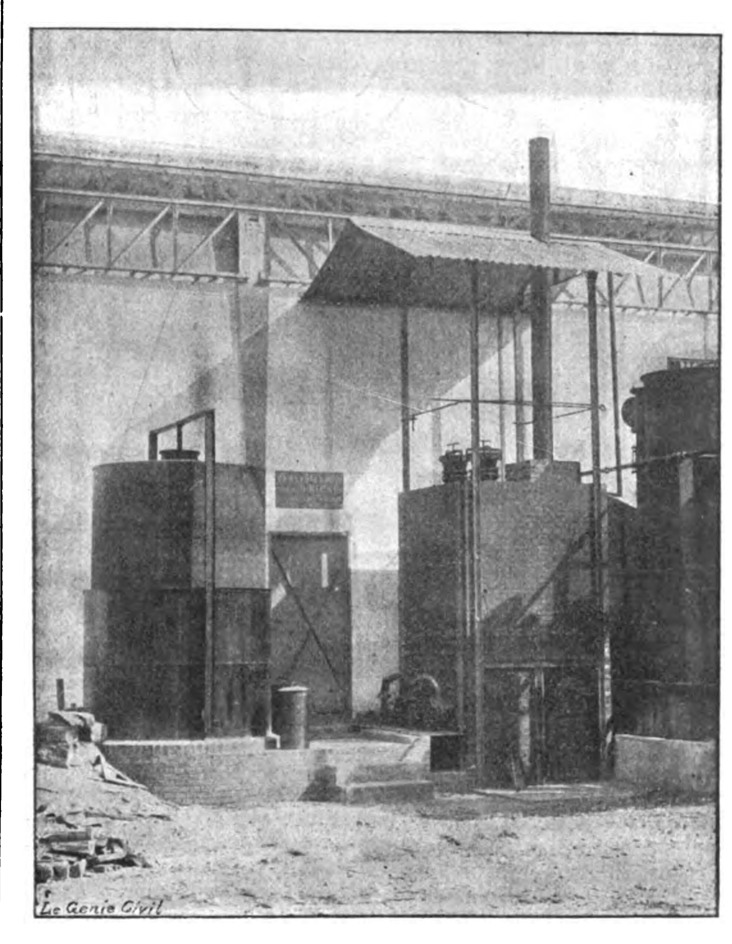



Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'Usine à gaz de bois (système Riché) installée à l'annexe de Vincennes.

Les divers types de gazogènes sont constitués par la juxtaposition d'un certain nombre de ces éléments qui peuvent être mis en service d'une façon tout à fait indépendante les uns des autres.

Dans un foyer J, on brûle de la houille ou des déchets de bois. Une chambre de combustion, placée à l'intérieur du massif de maçonne-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 15, p. 231.

rie, retarde l'arrivée des gaz de la combustion autour des cornues en fonte, dans le cas où l'on emploie la houille comme combustible. Au contraire, quand on brûle des déchets de bois, les gaz de la combustion passent directement du foyer J, par les carneaux K, correspondants à chaque cornue, dans les gaines B, portent au rouge-cerise la partie inférieure des cornues A qui renferme la colonne réductrice de charbon de bois, chauffent la partie supérieure renfermant les bois ou les déchets de bois à distiller et se rendent par un carneau de fumée L, muni d'un registre de réglage M, au bas de la cheminée P.

Les gaines sont fermées à la partie supérieure par des dalles réfractaires R munie de quatre ouvertures S que ferment des bouchons réfractaires, et par lesquelles on peut surveiller la température des cornues A et la bonne conservation des joints d'amiante silicaté, logés dans la gorge C. Un regard T constitué par un tube de fer, que ferme, à son extrémité extérieure, un manchon de cuivre muni d'une rondelle de verre ou de mica, permet aussi de surveiller facilement la température des cornues A.

Dans chacune des cornues, on peut distiller par heure, en moyenne, 10 à 12 kilogr. de bois, fournissant 70 à 90 mètres cubes de gaz d'une puissance calorifique moyenne et à peu près constante de 3 000 calo-

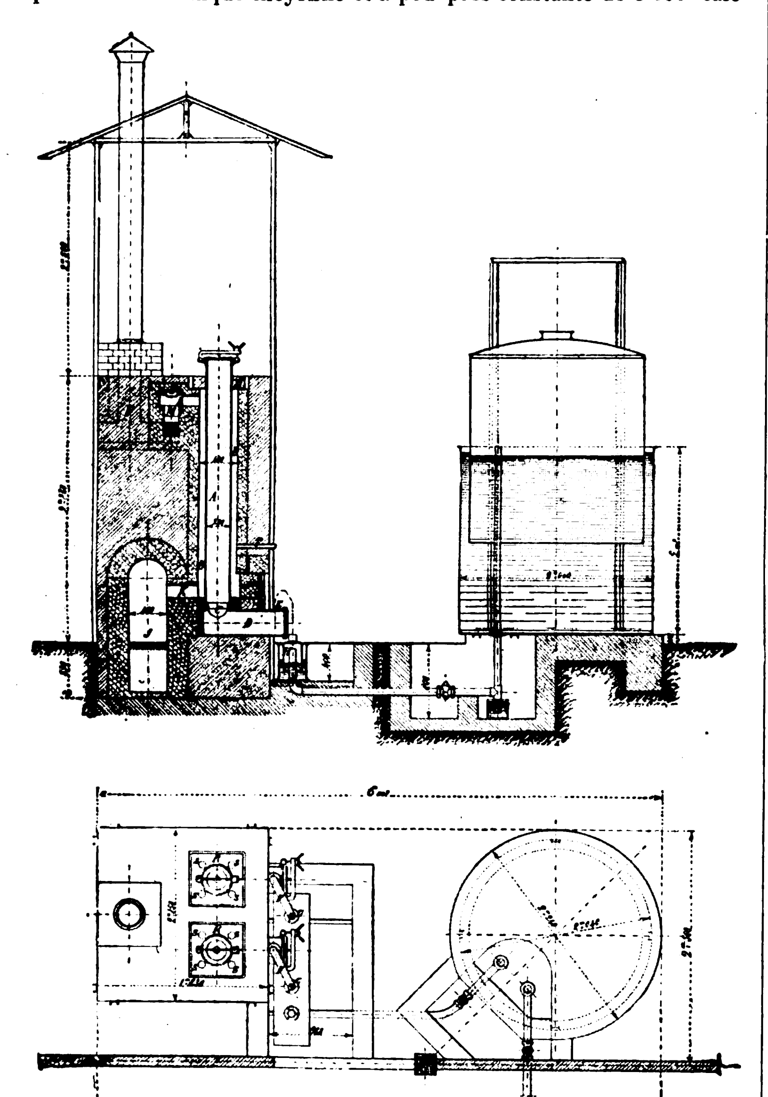


Fig. 2 et 3. — Plan d'ensemble et coupe verticale de l'Usine à gaz de bois (système Riché), installée à l'annexe de Vincennes.

ries au mètre cube, soit les 3/5 de la puissance calorifique du gaz de ville. L'essence des bois semble indifférente au point de vue du rendement et de la qualité du gaz produit. La valeur du charbon varie seule. L'état de siccité des déchets distillés, est, elle aussi, sans influence apparente sur le gaz obtenu, probablement à cause de la richesse calorifique à peu près égale du gaz à l'eau que donne le bois humide. La consommation de combustible dans le foyer augmente cependant quant on distille des bois humides. Elle représente en poids 40 % du bois sec distillé.

L'avantage de ces appareils est, on le voit, d'être très peu encombrants et d'une conduite facile. Ils donnent un gaz d'une composition sensiblement constante et homogène, ce qui est une condition très avantageuse pour l'alimentation des moteurs. 100 volumes de gaz Riché contiennent 20 d'acide carbonique, 20 d'oxyde de carbonne, 15 de protocarbure d'hydrogène et 45 d'hydrogène, ce qui correspond à une puissance calorifique de 3 100 calories.

L'absence complète d'azote rend ce gaz très propre aux chauffages industriels, facilite la récupération dans les fours où on l'utilise et en fait un combustible économique, dans tous les cas où l'on doit obtenir soit des températures élevées, soit un chauffage bien régulier et susceptible d'être réglé et modifié à volonté.

Suivant les indications fournies par l'auteur et présentées comme réalisées dans les nombreuses installations industrielles en fonctionnement depuis plusieurs mois, on obtient 100 mètres cubes de gaz, fournissant 3 000 000 de calories ou 100 chevaux-heure effectifs, en distillant 140 kilogr. de déchets de bois et en brûlant 56 kilogr. de houille de qualité moyenne ou 160 kilogr. de déchets de bois, et on retire comme résidu 26 kilog. de charbon de bois de bonne qualité, et beaucoup moins brisé qu'avec les anciennes cornues, depuis qu'on le sort, à la pelle, des pieds de cornue C.

A l'usine à gaz qui a été établie aux Glaceries de Saint-Gobain, pour alimenter deux moteurs Letombe de 50 chevaux, la consommation de houille a pu être abaissée, dans des essais, à 380 et même à 357 kilogr. de houille par 1 000 kilogr. de bois distillés.

C'est là un résultat industriel intéressant pour les régions où l'anthracite et la houille sont d'un prix élevé et où, au contraire, on peut se procurer du bois ou des déchets de bois. D'autres solutions sont intéressantes dans le cas où l'on n'a besoin que de force motrice ; quand, au contraire, on doit assurer en même temps un service de chauffage, il en est peu qui présentent les mêmes avantages et puissent remplacer ainsi, d'une façon complète et économique, le gaz de distillation de houille, qui exige de coûteuses installations et ne peut être employé que dans le cas de besoins tout à fait considérables et d'utilisation simultanée des sous-produits.

Nous terminerons la description de cette petite usine à gaz de bois en faisant connaître une disposition adoptée par la Compagnie du gaz H. Riché pour ses installations de force motrice, et qui consiste dans l'emploi d'une cloche antipulsatrice et d'une cloche d'échappement destinées à supprimer toutes variations sensibles de pression dans les canalisations de gaz et tout bruit d'échappement occasionné par le moteur. Les figures 4 et 5 représentent l'ensemble de cette disposition, dont les considérations suivantes feront comprendre l'intérêt :

On sait que les machines à gaz utilisées dans l'industrie fonctionnent suivant un cycle à plusieurs temps, généralement quatre. Elles ne consomment donc point de gaz d'une façon continue, mais seulement par intermittences et par à-coups d'une certaine brusquerie. Il en résulte dans les canalisations qui les alimentent, et qui doivent avoir une section beaucoup plus grande que si la consommation était continue, de brusques variations de pression qui ne permettraient de placer sur les mêmes tuyauteries et dans le voisinage immédiat du moteur aucun branchement destiné à assurer un service d'appareils de chauffage ou d'éclairage. Les brûleurs de ces appareils risqueraient parfois de s'éteindre complètement, en créant ainsi des dangers d'explosion ou d'intoxication. Ils brûleraient toujours d'une façon très irrégulière, et l'éclairage fourni par eux, avec ou sans manchons incandescents, serait insupportable en raison de ces variations.

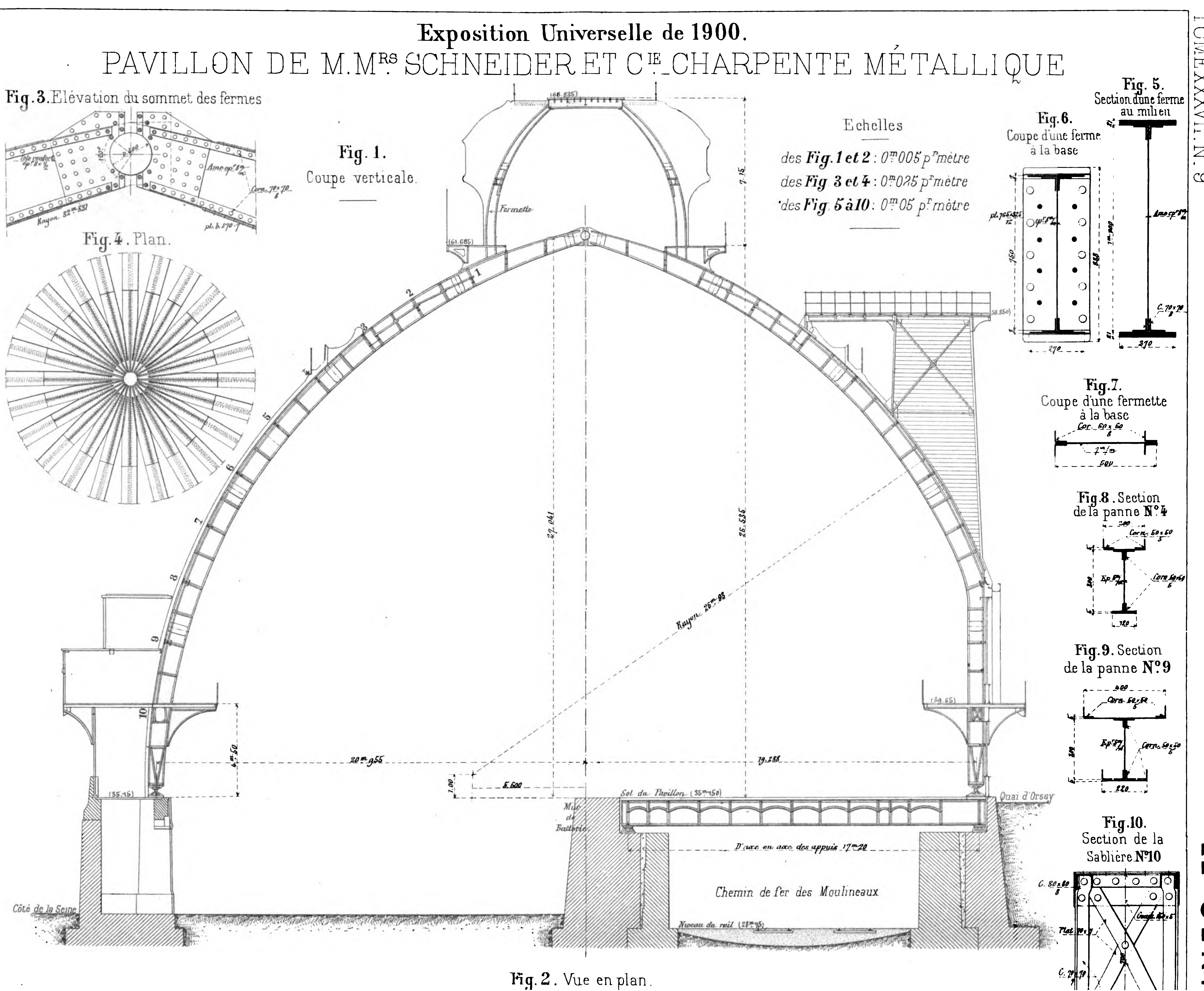
Après l'explosion du mélange tonnant, les gaz brûlés sont évacués dans l'atmosphère et leur détente, au moment où ils s'échappent hors de la canalisation, donne naissance à un bruit désagréable. Ces deux inconvénients furent, dès le début de l'industrie des moteurs à gaz, la cause de nombreux procès.

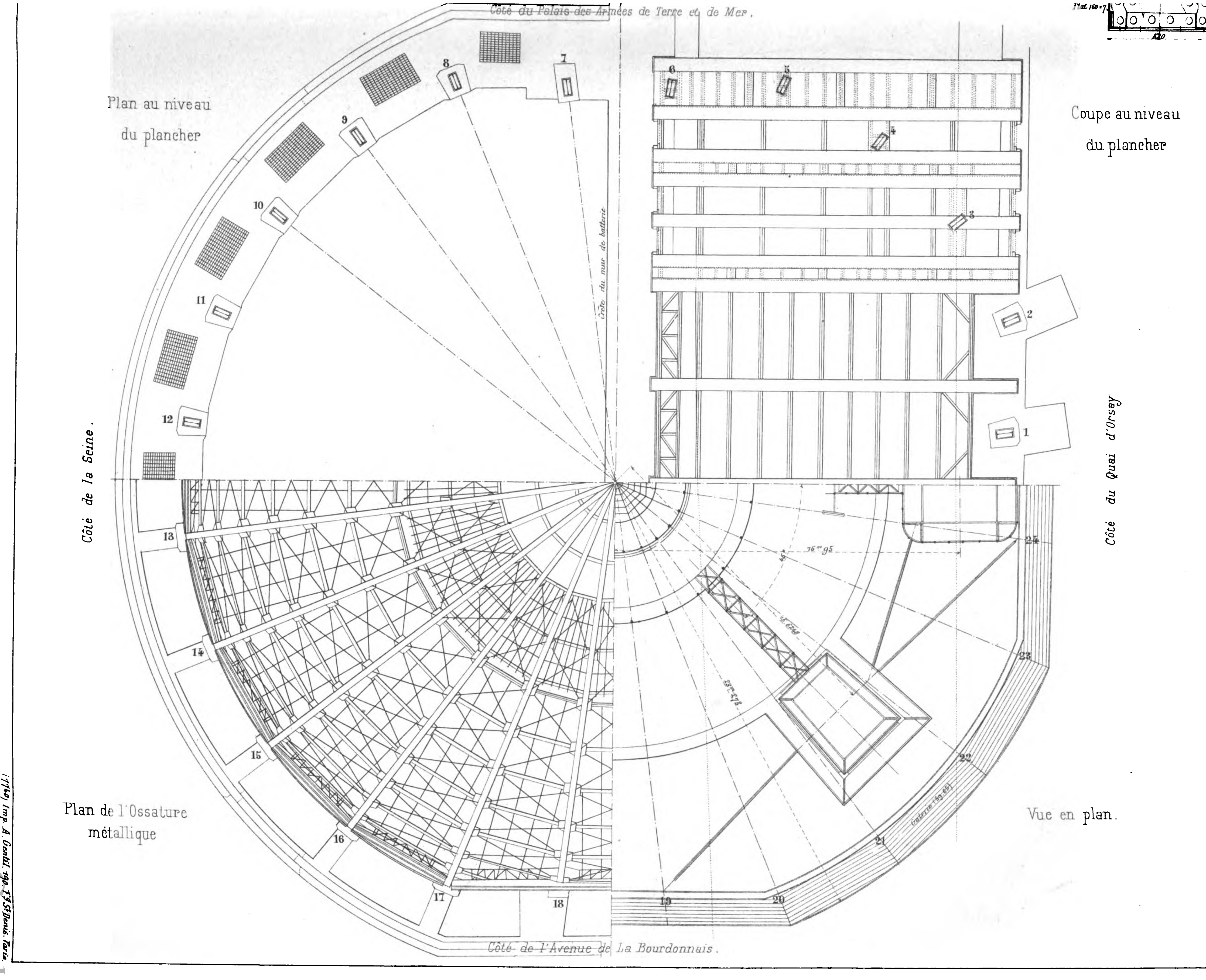
Pour remédier au premier, les constructeurs de moteurs placèrent sur la tuyauterie d'alimentation de la machine et aussi près que possible de celle-ci, un réservoir en fonte ou en tôle de volume constant et relativement considérable qui constituait une sorte de poumon, augmenté souvent du volume d'un compteur et toujours de celui de la tuyauterie reliant le moteur à la canalisation générale. Compteur et tuyauterie devaient d'ailleurs l'un et l'autre pouvoir débiter en un quart d'heure, si le moteur était à quatre temps, la quantité de gaz nécessaire pour l'alimentation pendant une heure.

La dépression occasionnée dans ce volume total, et qui se transmettait à la canalisation et jusqu'aux brûleurs utilisés dans le voisinage, était donc relativement faible. Elle n'en subsistait pas moins avec ses mêmes inconvénients mais seulement atténués.

On mit alors en service des appareils de différents systèmes, généralement connus sous le nom d'*antipulsateurs*, et dont un avantage sérieux était d'exiger un emplacement beaucoup moindre que celui des réservoirs métalliques. Le plus simple et le plus employé d'entre eux est la poche en caoutchouc. Ces poches ou appareils sont presque toujours à volume variable et destinés à assurer au gaz renfermé dans la tuyauterie qui les précède, une pression dite constante.

Ils mettent malheureusement en jeu l'élasticité soit de membranes, soit de ressorts. Cette élasticité a l'inconvénient sérieux de varier presque toujours avec la température et l'état hygrométrique ; elle s'altère en outre avec le temps. D'ailleurs, l'efficacité de ces appareils n'est pas parfaite, car la pression du gaz varie toujours et entraîne une variation encore très appréciable dans la canalisation, à tel point


Exposition Universelle de 1900.
PAVILLON DE M.M.rs SCHNEIDER ET Cie. CHARPENTE MÉTALLIQUE
Fig. 3. Élévation du sommet des fermes
Fig. 4. Plan.
Fig. 1.
Coupe verticale.
Fermette
Echelles
des Fig. 1 et 2 : 0m005 pr mètre
des Fig 3 et 4 : 0m025 pr mètre
des Fig. 5 à 10 : 0m05 pr mètre
Fig. 5. Section d'une ferme au milieu
Fig. 6. Coupe d'une ferme à la base
Fig. 7. Coupe d'une fermette à la base
Fig. 8. Section de la panne N° 4
Fig. 9. Section de la panne N° 9
Fig. 10. Section de la Sablière N° 10
Rayon 26m93
20m955
19.285
Sol du Pavillon (35m150)
Quai d'Orsay
Mur de Batterie
D'axe en axe des appuis 17m20
Chemin de fer des Moulineaux
Niveau du rail (28m95)
Côté de la Seine
Fig. 2. Vue en plan.




(7740) Imp. A. Gentil. 190. Fg St Denis. Paris.

LE GÉNI

Exposition Univ

# PAVILLON DE M.M^RS SCHN

Fig. 6. Coupe verticale

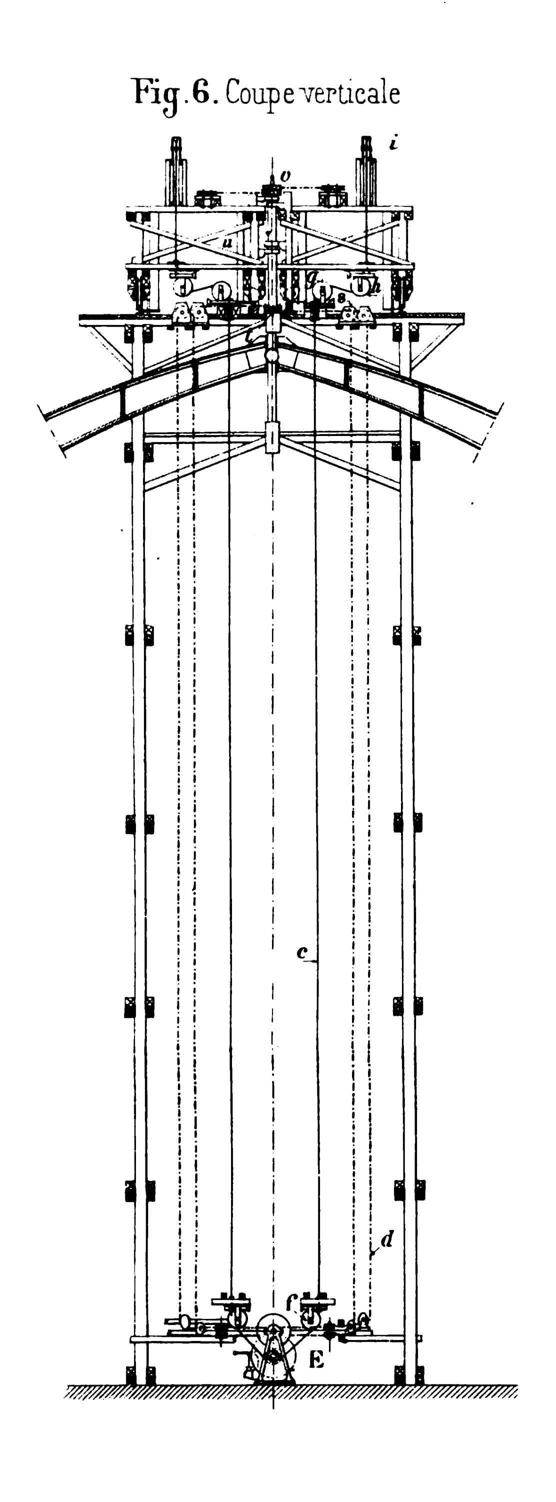



Fig. 7.
Coupe suivant a b.

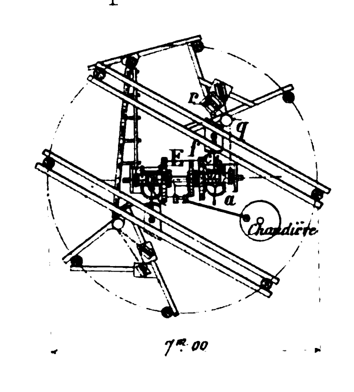
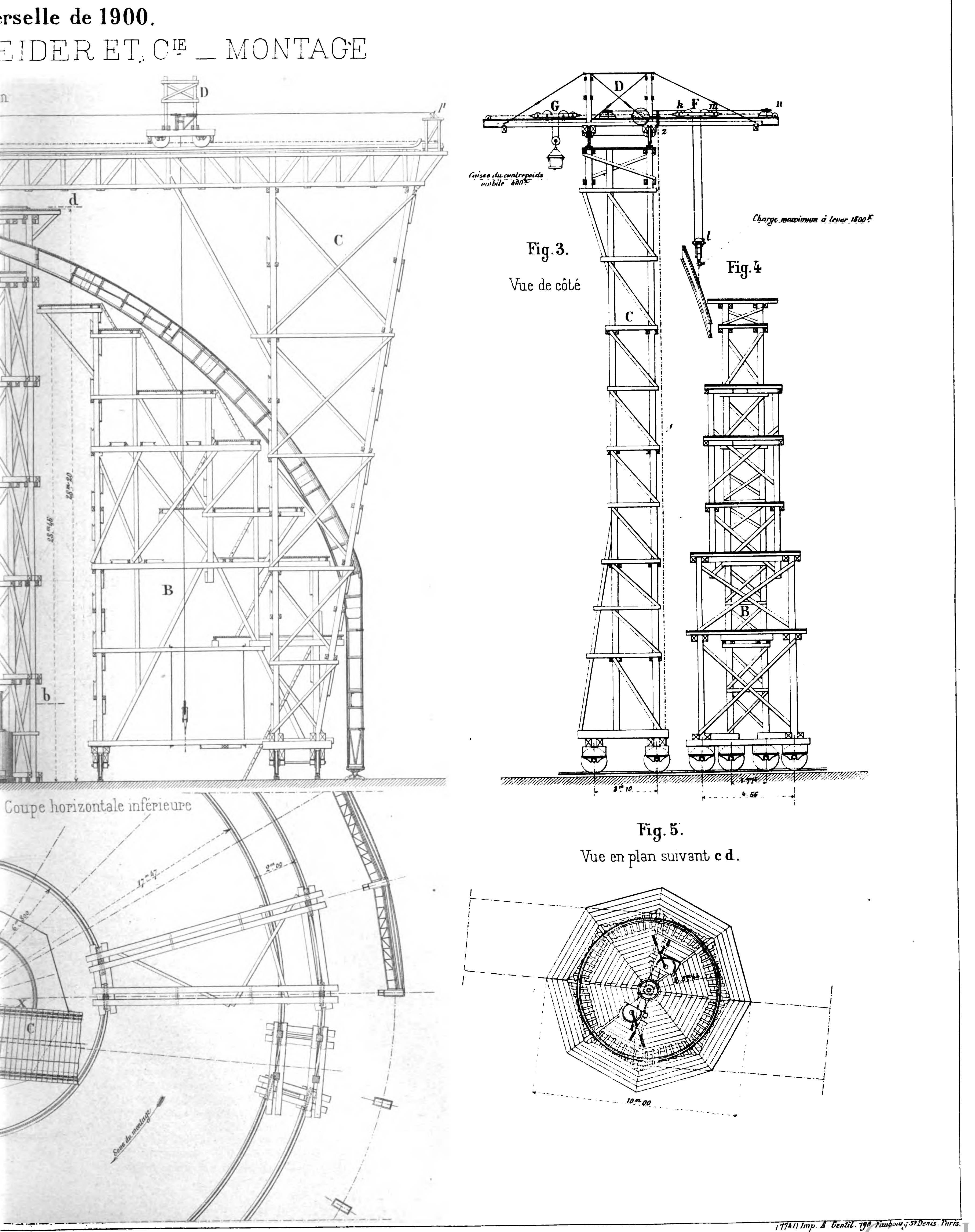



Fig. 1. Elévat

D
p
c
C
A
B
a
E
26.74

Vue en plan supérieure Fig. 2.

Sens du montage
Contrepoids fixe 1200 K
D
G
C
y
F




(7741) Imp. E. Gentil. 190, Faubourg St Denis. Paris.

d'ailleurs que l'on prend soin d'effectuer, à une certaine distance des antipulsateurs, le branchement de tuyauterie destiné à alimenter le brûleur du moteur, quand l'allumage des gaz tonnants s'effectue par tube à incandescence.

Il est même des industriels possédant des moteurs à gaz alimentés au gaz de ville, auxquels on a imposé jusqu'à six poches en caoutchouc entre leur branchement et leur moteur.

Les dispositions adoptées pour ces appareils, qui s'emploient généralement avec une poche en caoutchouc, nécessitent, en dehors du supplément de dépenses occasionnées par la tuyauterie spéciale du brûleur d'inflammation, une tuyauterie d'assez grande longueur et placée en élévation.

Pour atténuer le bruit des gaz d'échappement, on a utilisé jusqu'à ce jour un réservoir en fonte, dit *pot d'échappement*, jouant aussi le rôle de poumon. Son efficacité est très loin d'être complète. Il est généralement bien difficile de faire fonctionner un moteur à gaz la nuit sans s'exposer aux plaintes des voisins. De nombreux industriels se sont même vu intenter des procès en raison du bruit fait pendant le jour par leurs machines.

Les deux petites cloches gazométriques employées par la Compagnie du Gaz H. Riché remédient à ces divers inconvénients. Utilisées, l'une comme poche antipulsatrice, l'autre comme pot d'échappement, elles laissent subsister dans les canalisations de gaz, comme en elles-mêmes, une pression rigoureusement constante pendant le cycle complet de la machine à gaz et elles suppriment tout bruit produit par les gaz d'échappement. L'emploi des moteurs à gaz peut donc, grâce à elles, s'effectuer en tout point d'une canalisation, sans inconvénient pour qui que ce soit.

Ces deux appareils sont formés d'un petit réservoir cylindrique en tôle, ayant la forme ordinaire d'une cloche gazométrique, retournée sur une cuve en tôle remplie d'eau. Leur ascension est guidée par un tube métallique placé dans l'axe de la cloche et glissant le long d'un tube de diamètre moindre faisant corps avec la cuve.

La première de ces cloches $C_1$ (fig. 4 et 5) constitue pour le gaz un

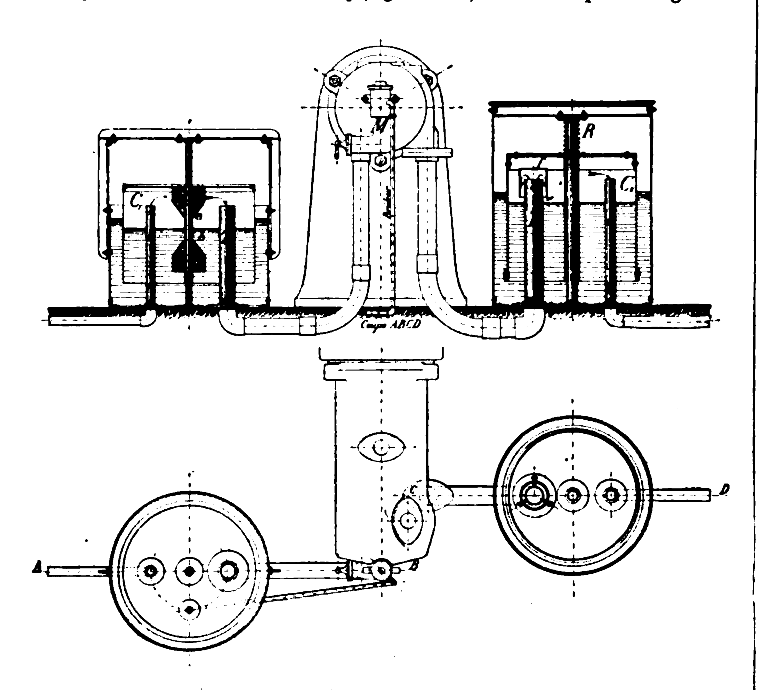



Fig. 4 et 5. — Cloche antipulsatrice et cloche d'échappement pour moteurs à gaz : coupe verticale ABCD et plan.

réservoir à volume variable et à pression constante, toute variation de pression étant empêchée grâce à la disposition suivante :

Le poids de la cloche, augmenté, s'il y a lieu, de celui de la tare qu'on peut lui ajouter, quand on la met en communication avec le gazomètre de l'usine à gaz ou avec la canalisation de distribution, est tel que sa position d'équilibre corresponde à une ligne d'affleurement comprise entre les points *a* et *b*.

En cas de variations de pression aux diverses heures de la journée, on modifiera les poids additionnels de façon à remplir cette condition. Deux plongeurs symétriques, placés l'un à la partie supérieure de la cloche, l'autre à la partie inférieure du tube de guidage, maintiendront le niveau d'affleurement entre *a* et *b*. La tuyauterie *t* est calculée de façon à débiter en une heure la consommation maximum de la machine à gaz, la tuyauterie T devant la débiter en un quart d'heure si le moteur est à quatre temps.

Au cas où le moteur consommerait en un temps donné une quantité de gaz supérieure à celle débitée par *t*, la cloche baisserait, mais le tronc de cône A venant plonger dans l'eau de la cuve diminuerait le poids de la cloche $C_1$. Cette diminution de pression pouvant atteindre un millimètre pour une plongée d'un centimètre de la partie cylindrique A*a*, la vitesse du gaz augmenterait dans la tuyauterie et la cloche remonterait. Il n'y aurait en aucun cas de variation brusque de pression.

Le plongeur B*b* fonctionne d'une façon identique et produit le résultat inverse, lorsque *t* débite plus de gaz que le moteur n'en consomme. Enfin la garde d'eau serait suffisante, au moment où la cloche buterait par A sur l'armature, pour rendre tout échappement du gaz impossible par le dessous de la cloche. La section du plongeur est calculée d'ailleurs de telle sorte que ce fait ne puisse jamais se produire.

En résumé, $C_1$ constitue une cloche à pression constante, dans laquelle la tuyauterie *t* amène, avec une vitesse constante, le gaz que T conduit par intermittence au moteur. On peut prendre soit dans la cloche $C_1$, soit en un point quelconque de *t*, le gaz destiné à alimenter des appareils d'éclairage ou de chauffage.

La cloche $C_2$ servant de pot d'échappement est à volume variable et à pression lentement variable, son plongeur ayant la forme d'un tronc de cône, et étant remplacé par un ressort pour les moteurs de force un peu importante. Les gaz d'échappement y sont conduits par une tuyauterie $T_1$ de diamètre égal à T, un chapeau *f* obligeant le gaz à traverser ou au moins à effleurer l'eau de la cuve avant de se rendre dans la cloche. Cette disposition favorise le refroidissement des gaz et la condensation de la vapeur d'eau qui forme une proportion importante des gaz d'échappement.

La cloche $C_2$ emmagasine ces gaz et les envoie lentement et sans bruit dans l'atmosphère par la tuyauterie $t_1$, dans les trois temps qui suivent celui de l'expulsion des gaz brulés.

Un couvercle en bois recouvre la cuve de $C_2$ pour empêcher toute projection d'eau au dehors.

En résumé, grâce à l'ensemble de cette disposition, on réalise :

1° Une économie notable dans les frais de premier établissement et d'entretien des tuyauteries et accessoires pour force motrice au gaz;

2° La suppression de toute variation brusque de pression dans les conduites;

3° Une économie dans la consommation des moteurs à gaz au même titre qu'avec les antipulsateurs précédemment en usage;

4° La suppression de tout bruit occasionné par l'échappement des gaz explosés.

Les deux petits appareils exposés à l'annexe de Vincennes sont utilisés de la façon suivante :

De la cloche antipulsatrice partent trois tuyauteries qui alimentent : l'une, les trois cylindres du moteur à gaz; la seconde, leurs trois brûleurs à incandescence; la troisième, le moteur Letombe de 10 chevaux et divers appareils d'éclairage et de chauffage. A la cloche d'échappement aboutit une tuyauterie qui y amène les gaz provenant des deux moteurs Otto et Tangye. Il n'était pas possible d'envoyer aussi dans cette cloche l'échappement du moteur Le Gnome, à cause de la forme de sa soupape qui lui permet d'aspirer à nouveau les gaz brûlés, après leur échappement. Pour ce dernier moteur, on a conservé un pot d'échappement ordinaire en fonte, dont le bruit souligne d'ailleurs par contraste tout l'intérêt de la cloche d'échappement $C_2$.

Il y a donc là une disposition de nature à intéresser toutes les personnes que peut préoccuper l'emploi d'un gaz quelconque pour l'alimentation d'un moteur. La même cloche antipulsatrice, appliquée à la Compagnie centrale des Émeris, à Paris, permet d'alimenter par une même canalisation, quatre moteurs Otto et divers brûleurs, qu'il eût été impossible d'utiliser en raison des variations de pressions occasionnées dans la conduite par les aspirations des moteurs, quand ceux-ci n'étaient munis que de leurs poches en caoutchouc, pourtant de grand volume.

P. Corbier.

---

# ÉTUDES ÉCONOMIQUES

## COMPARAISON DU TRAVAIL A LA MAIN

### et du travail à la machine.

Les progrès réalisés en ce siècle par l'outillage industriel ont fait l'objet d'innombrables études ; cependant, actuellement encore, le rôle bienfaisant de la machine n'est pas universellement compris : bien que les préjugés dont elle est l'objet n'aient plus le caractère de violence qu'ils présentaient autrefois, elle est encore en butte à l'hostilité ou à la défiance de nombreux patrons et ouvriers.

Notre éminent collaborateur, M. E. Levasseur, Membre de l'Institut, qui, depuis trente ans, a maintes fois traité cette question, a fait ré-

cemment, à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, une intéressante conférence dans laquelle il établit le rôle de la machine sous ses principaux aspects et, se basant sur de nombreux exemples et de judicieux raisonnements, combat l'opposition à laquelle elle est fréquemment en butte. Il montre que l'outillage scientifique est une des conditions essentielles du progrès industriel et qu'il est une conquête de l'intelligence humaine, utilisant les forces de la nature pour une production de richesse plus abondante et plus économique. Il rappelle les termes dans lesquels il avait précédemment défini l'influence que le perfectionnement de l'outillage exerce sur la production et sur la répartition :

« Étant donné que le prix de vente d'un produit se compose du *salaire des ouvriers*, du *prix des matières premières*, de l'*intérêt des capitaux* et du *profit de l'entrepreneur*, il est possible, grâce à la science, de créer un *produit à meilleur marché* avec des *matières plus chères*, des salaires *plus élevés*, *plus d'intérêt* pour le capital et, en définitive, avec un *profit plus considérable* pour l'entrepreneur. »

Ce paradoxe économique, image de la réalité, est confirmé par l'enquête faite aux États-Unis par M. Carroll D. Wright, correspondant de l'Institut. Cette enquête, qui a porté sur 672 espèces de produits, n'embrassait pas la question économique des machines tout entière, mais s'attachait spécialement à définir l'influence qu'elle exerce sur la main-d'œuvre et spécialement sur le nombre des collaborateurs, sur la durée du temps et les sommes dépensées en main-d'œuvre. Les principales conclusions qui ressortirent de cet examen furent :

1° *Augmentation* du nombre des ouvriers et de celui des opérations, par l'emploi de la machine ; 2° *diminution* du nombre total d'heures nécessaire à l'exécution d'un travail ; 3° *réduction* sensible de la dépense totale en main-d'œuvre par suite de l'économie de temps. Cette diminution du coût de la main-d'œuvre étant souvent proportionnellement moindre que la diminution du temps employé, il en résulte que l'heure est payée plus cher.

Bien que l'enquête américaine ne semble pas confirmer cette dernière conclusion, puisqu'elle indique, dans la majorité des cas, une infériorité des salaires actuels sur ceux d'il y a vingt ans, cette irrégularité n'est qu'apparente ; en effet, les prix à la machine actuels sont comptés en monnaie dont l'or est l'étalon, tandis que les prix à la main, choisis comme termes de comparaison, proviennent pour la plupart de la période 1861-1877 pendant laquelle, les États-Unis étant au régime du papier-monnaie, les prix de toutes choses étaient très exagérés. D'où il résulte que cette apparente exception confirme la règle.

Le travail d'investigation de M. C. D. Wright n'ayant pas d'équivalent en France, M. Levasseur s'est attaché à réunir un certain nombre d'exemples comparatifs du travail à la main et du travail à la machine dans notre pays, en se maintenant à peu près dans le cadre adopté par le Commissaire du travail des États-Unis.

Des documents fournis par M. Bechmann, chef du Service des Eaux et de l'Assainissement de la Ville de Paris, touchant l'enlèvement de corps légers contenus dans les eaux d'égout, l'extraction, le transport et le déchargement d'un mètre cube de détritus de la même provenance, le déchargement et la mise en dépôt d'une tonne de charbon, il résulte, comme dans l'enquête américaine, que le nombre d'ouvriers et d'opérations est plus considérable à la machine qu'à la main, mais que la première procure une économie de temps et d'argent. Un autre exemple, donné par M. Bechmann, consiste dans la comparaison du percement d'un souterrain par le procédé du boisage et par celui du bouclier ; avec le premier on a employé 430 heures d'une part et 596 de l'autre, contre 190 et 283 heures avec le second.

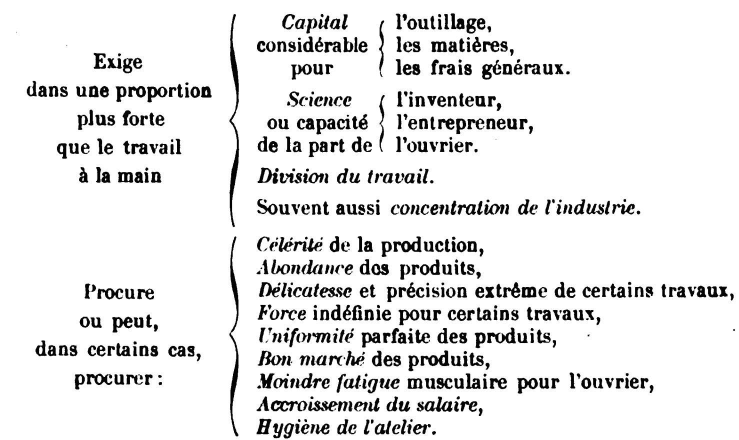
D'autres renseignements comparatifs sur les travaux agricoles, dus à M. Ringelmann, montrent que le labour d'un hectare de terre prend 80 jours à la bêche et 2 jours et demi seulement avec la charrue attelée de chevaux, et que la récolte à la sape d'un hectare de blé prend 3 jours et, avec la moissonneuse-lieuse, de un tiers à un cinquième de jour.

L'industrie du polissage des glaces donne des résultats non moins concluants : le travail à la main, qui demandait 112 heures par mètre carré, se fait aujourd'hui à la machine en 3 heures 40 minutes. C'est grâce à cette économie de temps que le prix du mètre carré de glace, qui était de 200 francs au commencement du siècle, est tombé à 20 francs.

Des résultats analogues sont obtenus dans la fabrication des bouteilles par M. Appert et dans la confection des chemises par M. Hayem.

M. Levasseur, à la suite de ces documents, aborde une question que ne traite pas M. Wright : celle du prix de revient du produit. De la productivité supérieure du travail à la machine résulte le bon marché du produit ; lorsque ce produit est au nombre de ceux que l'ouvrier consomme, un premier bénéfice en résulte pour celui-ci.

Dans les travaux de force, en général, la machine est non seulement un instrument de puissance indéfinie et de bon marché, mais encore une délivrance pour le manouvrier dont le labeur auparavant était beaucoup plus pénible. M. Levasseur, par une suite de figures et de documents choisis parmi les plus douloureux exemples du travail à la main et les plus merveilleuses inventions du machinisme, met en évidence la différence des situations, et aide à comprendre la différence des résultats qui, pour le travail à la machine, peuvent se résumer ainsi : *abondance*, *puissance*, *économie*. Il groupe les principales conditions de l'emploi des machines et leurs principaux effets dans le tableau suivant :



La machine

Exige dans une proportion plus forte que le travail à la main :
- *Capital* considérable pour : l'outillage, les matières, les frais généraux.
- *Science* ou capacité de la part de : l'inventeur, l'entrepreneur, l'ouvrier.
- *Division du travail.*
- Souvent aussi *concentration de l'industrie.*

Procure ou peut, dans certains cas, procurer :
- *Célérité* de la production,
- *Abondance* des produits,
- *Délicatesse* et précision extrême de certains travaux,
- *Force* indéfinie pour certains travaux,
- *Uniformité* parfaite des produits,
- *Bon marché* des produits,
- *Moindre fatigue* musculaire pour l'ouvrier,
- *Accroissement du salaire*,
- *Hygiène de l'atelier.*

Les forces de la nature disciplinées par l'homme et travaillant pour lui donnent : *Force*, *richesse*, *bon marché*.

M. Levasseur rappelle que l'emploi des machines perfectionnées implique d'ordinaire la concentration de l'industrie : ce mouvement s'est manifesté très nettement depuis vingt ans aux États-Unis et en Allemagne. C'est là un des griefs formulés contre le machinisme, mais le plus sérieux des reproches dont il est l'objet est d'être dommageable à la classe ouvrière. Sismondi et Karl Marx se sont faits les avocats de cette cause.

Le premier, dont les principes sont moins scientifiques qu'humanitaires, sans proscrire absolument les machines, affirme qu'elles diminuent l'ouvrier en le réduisant lui-même à l'état de machine, qu'elles absorbent une partie du capital servant au salaire et éliminent l'ouvrier.

Karl Marx, dont l'hostilité est plus radicale encore, considère la machine comme une puissance employée par le capital contre l'ouvrier, comme un antagoniste de la force de l'homme ; il veut, non pas la supprimer, mais supprimer cet antagonisme en l'enlevant aux capitalistes pour la remettre aux mains de l'ouvrier. Cette théorie est malheureusement fondée sur une fiction, car l'économiste allemand ne peut montrer par quel moyen l'ouvrier se procurerait la machine si le capital n'en payait l'achat.

Malgré de nombreux et douloureux cas de diminution de salaire, notamment pendant les périodes de transition où la machine supplante le travail à la main, les avantages qu'elle procure finissent par s'imposer quand la transformation est accomplie, car le travail étant plus productif, l'ouvrier recueille une part de cette productivité.

Les statistiques relevées en Angleterre, en Allemagne, en Italie et en Amérique viennent, à l'appui de la logique, montrer, qu'en général, le salaire a augmenté dans le même temps que les machines augmentaient en nombre et en puissance ; les renseignements fournis en France, depuis trente-cinq ans, par les préfectures, montrent également que les ouvriers de la petite industrie qui, en 1853, gagnaient en moyenne, à Paris, 3 fr. 81 et les ouvrières 2 fr. 12, gagnaient, en 1887, 3 fr. 99 et 2 fr. 90 ; que ceux de province ont vu leur salaire augmenter de 2 fr. 06 et 1 fr. 07 à 3 fr. 43 et 1 fr. 80. Des relevés faits par l'Office du travail et portant sur des industries très diverses, confirment ces résultats et indiquent par leur moyenne un doublement du salaire en France depuis une soixantaine d'années, particulièrement sensible dans les industries transformées par la machine.

Passant ensuite à une question d'ordre moral, M. Levasseur recherche si la machine n'asservit pas l'ouvrier. Il constate que, bien loin d'être abêti par elle, l'ouvrier en fait sa servante ; que, s'il est tenu à un moindre effort physique et si le travail est souvent moins varié à la machine qu'à la main, il est obligé à un plus grand effort de l'esprit en la surveillant et en la dirigeant ; de plus, les lois d'hygiène et de salubrité que l'emploi des machines a rendues nécessaires ont réagi très favorablement sur la bonne tenue et les habitudes du personnel ouvrier.

De même, si l'on considère la durée de la journée, on voit que l'accusation formulée par Karl Marx est erronée. En effet, l'enquête a prouvé qu'aux États-Unis, en Angleterre et en France, la moyenne des heures de travail est d'environ 9 h. $^1/_2$, tandis qu'elle atteignait 12 et 14 heures, il y a 60 et 80 ans.

Un autre reproche adressé à la machine semble, au premier abord, plus justifié que les précédents : celui de chasser l'ouvrier. Le pro-

blème est complexe. Assurément l'augmentation du nombre des ouvriers, se produisant simultanément avec l'accroissement de la force mécanique, n'est pas un fait universel, car il dépend de l'accroissement de la demande du produit, fabriqué dans de meilleures conditions. La culture des céréales, en Angleterre, les industries du fer et de la sucrerie, en France, en témoignent. Mais il serait injuste de faire la machine seule responsable de cette diminution de main-d'œuvre, qui aurait été plus considérable encore si elle n'avait rendu suffisamment économique la fabrication de produits nouveaux. Ce sont là des exemples détachés qui se perdent dans le résultat définitif. En effet, les statistiques indiquent que la Belgique, l'Angleterre, l'Allemagne, les États-Unis, la France, bien loin de voir la machine exclure l'ouvrier et entraver l'accroissement de la population, ont vu celle-ci s'accroître ainsi que le nombre des ouvriers industriels, à mesure que le développement du machinisme était plus considérable.

Bien que la période de transition soit pénible, il faut constater que la machine, sollicitant la consommation par l'abondance ou la nouveauté des produits, amène une demande plus grande de bras.

Au reproche encore formulé contre elle d'avoir désorganisé la famille en utilisant le travail des femmes et des enfants, M. Levasseur, se basant sur les recensements, objecte qu'en France, non plus qu'en Amérique, il n'y a pas, comme on l'a dit, substitution d'un sexe à l'autre ; l'enquête de l'Office du travail montre, qu'en France, la proportion des femmes dans le total des ouvriers et ouvrières de toutes les industries n'en dépasse pas le tiers. Bien qu'en cet ordre d'idées il y ait eu des abus contre lesquels la loi et le progrès des mœurs doivent réagir, la machine, en procurant un salaire aux femmes et aux enfants, est loin d'être l'ennemie du bien-être de la famille.

Enfin, si l'on considère la question des chômages que la machine a été accusée d'aggraver, il est à constater que si, corollaire de la grande industrie, elle les a rendus plus apparents, elle ne les a pas développés et elle semble, dans beaucoup de cas, en avoir réduit la durée. En France, l'enquête de l'Office du travail indique une moyenne annuelle de 290 jours de travail, bien supérieure à celle du temps passé où, d'après M. d'Avenel, elle ne dépassait pas 250 jours.

M. Levasseur termine son important travail de science économique par certains aperçus personnels sur l'avenir industriel de la France.

Tout en souhaitant que les perfectionnements de la machine permettent, quelque jour, le travail mécanique à domicile, et que des groupes d'ouvriers, devenus capables d'exécuter la fabrication et de conduire l'opération commerciale, deviennent eux-mêmes propriétaires collectifs, M. Levasseur pense que le salariat demeurera encore la règle générale. Ce contrat entre le salariant et le salarié n'a, en somme, rien d'asservissant ; il n'appartient ni à la science, ni aux gouvernements d'en régler les conditions, mais seulement aux intéressés.

L'économiste ne peut que recommander le travail aux pièces, l'échelle mobile des salaires, gradués d'après le prix de vente du produit, diverses formes de sursalaires et de primes, la participation aux bénéfices, le patronage, la formation de syndicats patronaux, de syndicats ouvriers et même de syndicats mixtes. Il désire que les coalitions professionnelles soient motivées uniquement par les conditions du métier et non par un désir malsain d'hostilité et de préparation à un nouvel ordre social. La liberté fera à chacun, selon l'espèce, le temps et le lieu, la place qui lui convient.

Il importe que salarié et salariant se rappellent sans cesse que la partie dépend du tout. Les gros profits n'empêchent pas les gros salaires, ils les facilitent même souvent. Or, la machine sert merveilleusement cet effort simultané vers la prospérité industrielle ; elle devra donc être recherchée incessamment et suivie dans tous ses perfectionnements. Employée à propos, elle est un puissant générateur de richesse ; il appartient aux Ingénieurs de prévoir cet à-propos et d'en profiter ; elle est un libérateur pour l'ouvrier auquel elle épargne un lourd labeur et dont elle accroît le bien-être.

Les capitaux, l'esprit d'entreprise, l'extension du marché seront aussi des conditions vitales pour la fabrication mécanique. Les États-Unis, destinés à devenir, dans peu d'années, l'une des grandes nations exportatrices de produits manufacturés dans le monde, grâce à l'appropriation admirablement comprise de la machine, en sont un encourageant exemple.

M. Levasseur, s'adressant aux entrepreneurs et aux ouvriers, cite, en terminant sa conférence, cette phrase de M. Outerbridge, économiste américain, phrase qui lui paraît renfermer la morale de sa conférence : « Le secret du succès des exportations des produits manufacturés en Amérique (rails d'acier, montres, chaussures, locomotives), doit être cherché dans la merveilleuse avance que ce pays a prise par la machine qui économise le travail, la machine surveillée par des ouvriers intelligents et largement payés, la machine qui accroît dans une proportion énorme la puissance productive de chaque travailleur et qui diminue dans une proportion correspondante le prix de chaque unité de produit. »

M. T.

## JURISPRUDENCE

### DE L'INCAPACITÉ PERMANENTE PARTIELLE DE TRAVAIL

Au point de vue des responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail, la loi du 9 avril 1898 n'a pas seulement distingué les incapacités permanentes et celles qui sont simplement temporaires, elle a encore distingué selon que l'incapacité permanente est absolue ou partielle.

L'incapacité permanente absolue de travail consiste dans l'impossibilité complète de gagner aucun salaire, soit dans la profession que l'on exerçait au moment de l'accident, soit dans toute autre profession. La victime a droit, en raison de cette incapacité, à une rente viagère égale aux deux tiers de son salaire annuel.

Mais, si l'incapacité permanente permet encore à l'ouvrier de demander à son travail personnel, dans quelque profession que ce soit, une partie de sa subsistance, cette incapacité n'est que partielle, quoique permanente, et donne droit « à une rente égale à la moitié de la réduction que l'accident aura fait subir au salaire ». C'est donc sur la comparaison du salaire annuel, gagné par l'ouvrier avant l'accident, et de celui qu'il gagne après l'accident, que la rente annuelle et viagère doit être fixée en cas d'incapacité permanente partielle. Le quantum de la rente est *la moitié de la réduction* qu'aura subie le salaire de l'ouvrier blessé.

L'application de cette formule a donné lieu, en jurisprudence, à une vive controverse. Il arrive, en effet, qu'un ouvrier, atteint d'incapacité permanente partielle, continue, malgré cette incapacité, à gagner le même salaire qu'avant l'accident ; il est même possible qu'il gagne un salaire plus élevé, soit parce qu'un patron généreux l'aura ainsi voulu, soit par l'effet d'une hausse dans les salaires, soit pour toute autre raison. S'ensuit-il alors que la victime n'a droit à aucune indemnité ?

Par arrêt du 9 mars 1900, la Cour de Nancy a interprété, dans le sens de l'affirmative, le texte littéral de la loi ; elle a considéré que, d'après le § 3 de l'article 3 de la loi de 1898, deux conditions doivent être réunies pour que l'ouvrier ait droit à la rente ; cet article exige que l'ouvrier ait subi : 1° une incapacité permanente et partielle ; 2° une réduction de son salaire. Ces deux conditions doivent coexister. Et, de même que l'ouvrier n'a pas droit à la rente quand l'incapacité n'est pas *permanente*, de même la rente n'est pas due quand il est constaté que l'accident n'a pas eu pour conséquence une réduction effective de salaire. L'arrêt ajoute que, « si la loi du 9 avril 1898 contient, à cet égard, une lacune de nature à porter préjudice aux ouvriers, il n'appartient pas aux tribunaux de la combler ; que ce serait refaire l'œuvre du législateur que d'ajouter à la loi, sous prétexte d'interprétation, une disposition qu'elle ne renferme pas ou de supprimer une des conditions formelles de son application ».

Mais cette manière de voir est fortement contredite par d'autres décisions de justice.

C'est ainsi que, par jugement du 21 février 1900, le Tribunal civil de Douai a décidé qu'on ne saurait interpréter, dans un sens aussi strictement littéral, les termes de l'article 3 de la loi de 1898, et qu'il s'agit, pour les tribunaux, « de déterminer l'incapacité actuelle de l'ouvrier, soit au moyen de la comparaison entre le salaire ancien et le salaire nouveau, soit *autrement* ». Ce dernier mot résume toute la thèse ; il signifie que l'incapacité permanente partielle doit être appréciée en elle-même et qu'elle peut donner lieu à l'allocation d'une rente, bien qu'en fait le salaire de la victime n'ait subi aucune réduction. C'est-à-dire qu'on doit apprécier la réduction de salaire qui *peut* résulter de cet état d'incapacité et qui, le plus souvent, en résultera tôt ou tard, plutôt que rechercher si le salaire est en réalité réduit au moment où la question d'indemnité est soumise au juge.

La même solution a été adoptée, le 10 mai 1900, par le tribunal civil de Saint-Étienne, dans un jugement dont les considérants méritent d'être reproduits en entier :

« Le Tribunal ;

» Attendu qu'aux termes de l'article 3 de la loi du 9 avril 1898, la victime d'un accident, frappée d'une incapacité partielle et permanente, a droit à une rente égale à la moitié de la réduction que l'accident aura fait subir au salaire ;

» Attendu que C... soutient qu'E... a repris son travail, quelque temps après l'accident, dans les mêmes conditions et qu'il gagne actuellement un salaire égal à celui qu'il recevait précédemment ; que, dans ces conditions, E... n'ayant subi aucune réduction de salaire, ne saurait avoir droit à une indemnité, et que sa demande, manquant de base légale pour le calcul de l'indemnité, doit être purement et simplement rejetée ;

» Mais attendu qu'il paraît difficile d'admettre que la réduction de salaire soit la seule règle d'après laquelle le juge est tenu d'apprécier la perte de capacité de l'ouvrier et que les Tribunaux n'ont aucun pouvoir d'appréciation ;

» Attendu que, du moment où la loi n'a pas précisé à quels signes se reconnaîtra cette sorte d'incapacité, elle a, par cela même, abandonné au juge le soin de rechercher, d'après les circonstances et après constatations médicales, les suites réelles de l'accident, et lui a donné ainsi le pouvoir d'arbitrer, en fait, les atteintes subies par le travailleur dans ses facultés de travail ;

» Attendu qu'il est de toute évidence que ce pouvoir d'appréciation ne sau-

rait résider dans la simple constatation que la victime n'a subi aucune réduction de salaire ; qu'en effet cette seule indication pourrait souvent entraîner, vis-à-vis de la victime, de véritables injustices et même la placer hors la loi ; qu'il est constant, d'une part, que la hausse et la baisse des salaires est soumise à des causes étrangères à l'ouvrier et pour la plupart purement économiques ; qu'il peut arriver d'autre part, notamment : 1° que l'ouvrier ait été blessé à un moment où le travail était très peu rémunéré et, dès lors, les salaires très bas, et qu'il reprenne, au contraire, le travail au moment d'une hausse et que son travail soit plus rétribué par cette seule circonstance et malgré une perte certaine d'une partie de sa capacité ; 2° qu'il obtienne, grâce à la générosité de son patron, un salaire égal à celui qu'il gagnait avant l'accident ; 3° que, pressé par le besoin, il consente, pour éviter les longueurs d'un procès, à s'embaucher dans les mêmes conditions qu'antérieurement ;

» Attendu qu'il est impossible d'admettre, dans ces hypothèses et autres semblables, qu'il n'est rien dû à l'ouvrier qui n'a subi aucune réduction de salaire ; que ce serait évidemment aller contre l'esprit de la loi qui a certainement conféré au juge, d'une part, le soin d'arbitrer l'importance de la réduction de la capacité de travail d'après la réduction des salaires, il est vrai, mais aussi d'après les circonstances de fait, et, d'autre part, contre la loi elle-même qui permet bien aux parties, en vertu de l'article 21, de remplacer le mode d'indemnisation par tel autre librement débattu et accepté, mais, à la condition expresse que ces nouvelles conventions n'auront qu'un caractère précaire et pourront à tout instant être dénoncées : toutes facultés de modification qui seraient rendues impossibles aux parties si le fait brutal de l'identité des salaires, avant et après l'accident, créait une fin de non-recevoir toujours opposable contre l'ouvrier au profit du patron ;

» Qu'il est juste, dans ces circonstances, de rejeter purement et simplement la fin de non-recevoir formée par le défendeur... (1). »

Tel est le système qui semble l'emporter en jurisprudence. Il vient d'être consacré tout récemment par un jugement de la quatrième Chambre du Tribunal civil de la Seine qui dit, en substance, que la loi, en décidant que l'ouvrier frappé d'une incapacité permanente partielle a droit à une rente annuelle et viagère égale « à la moitié de la réduction *que subit le salaire* par le fait de l'accident », n'a pas entendu parler d'une réduction effective immédiate du salaire, mais de la *possibilité d'une réduction ultérieure*, si, par suite de circonstances quelconques, la réduction ne s'est pas produite tout de suite après l'accident.

Louis Rachou,
*Docteur en droit,*
*Avocat à la Cour d'appel de Paris.*

## VARIÉTÉS

### Fonçage des puits avec chemisage en béton armé.

Les travaux de fondation du théâtre municipal de Berne, actuellement en cours de construction, ont donné lieu à une intéressante application du béton armé, dont nous empruntons la description à la *Schweizerische Bauzeitung*.

Les murs de cet important édifice reposent par l'intermédiaire d'une série de piliers sur un terrain d'alluvions, formé de sable, de cailloux et d'argile et recouvert de terres rapportées. La traversée de ces terres de mauvaise tenue, lors du fonçage des puits, a été facilitée par l'emploi de chemisages en béton armé, dont la faible épaisseur et la forme rectangulaire ont, en outre, permis de réserver pour le travail des ouvriers un espace libre plus important qu'avec les chemisages circulaires en briques.

Pour effectuer le fonçage d'un puits (fig. 1 et 2), on exécute d'abord une fouille de 0m 90 de hauteur, dont les parois sont verticales et la section approximativement égale à celle du pilier à établir. Sur le fond de la fouille, on pose ensuite un cadre rectangulaire en bois, de 75 millimètres de hauteur, affectant la forme d'un tronc de pyramide, sur la petite base duquel vient se placer un second segment, à parois verticales, de 0m 30 de hauteur, formé de madriers de 0m 07 d'épaisseur. On réserve ainsi, entre le terrain et le second segment, un espace annulaire libre, de 0m 15 d'épaisseur environ, que doit remplir le chemisage en béton armé.

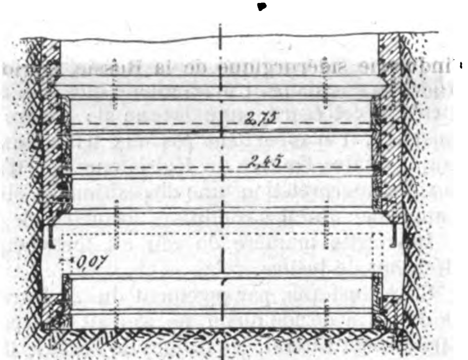



Fig. 1. — Coupe verticale.

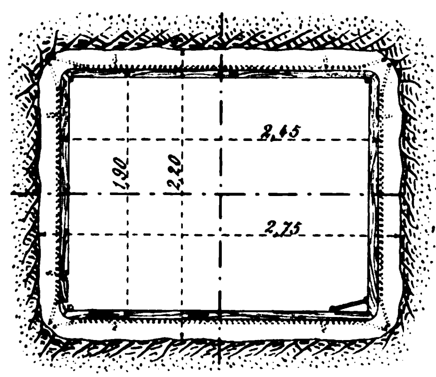



Fig. 2. — Plan.

Fig. 1 et 2. — Fonçage d'un puits.

L'armature de celui-ci est constituée par une série de fers ronds de 0m 012, parallèles aux côtés des cadres en bois et dont les extrémités sont recourbées vers l'extérieur. L'espacement vertical de ces fers est de 10 centimètres. Ils sont noyés dans du béton fortement pilonné contenant 350 kilogr. de ciment de Portland par mètre cube.

Au moyen de trois segments superposés, au-dessus du cadre de base, on effectue le chemisage d'un tronçon de 90 centimètres. Pendant la prise du béton, on approfondit encore la fouille de 90 centimètres et l'on recommence le chemisage de ce deuxième tronçon, au moyen des mêmes cadres en bois. Par suite de la forme du cadre inférieur, dont le pourtour incliné se trouve à quelque distance de la paroi de la fouille, les divers tronçons se raccordent suivant une entaille en forme de double biseau. Ces tronçons sont réunis les uns aux autres, au moyen de fers ronds verticaux, de 35 centimètres de hauteur, recourbés à leurs extrémités. Ces fers, passant à travers des encoches du cadre inférieur, sont à moitié noyés, d'une part, dans le tronçon supérieur et s'accrochent, d'autre part, au tronçon suivant. Le poids du chemisage est assez peu important pour que le frottement contre le terrain suffise à le maintenir suspendu, lors de l'approfondissement de la fouille.

Fig. 3. — Coupe verticale.

Étant donnée la faible résistance du terrain naturel, les piliers s'élargissent à leur base, afin que la pression unitaire sur ce terrain ne dépasse pas 2 à 3 kilogr. par centimètre carré. L'élargissement du puits s'obtient de la façon suivante (fig. 3 et 4) :

Sur tout le pourtour du chemisage, on enfonce dans le terrain des fers ronds pointus à une inclinaison de 45 degrés et assez rapprochés les uns des autres. Ces fers pénètrent de 0m 30 à 0m 40 dans les parois de la fouille élargie, formant une sorte de toit qui soutient les terres. Les extrémités supérieures de ces fers sont noyées dans un cadre en béton fortement armé.

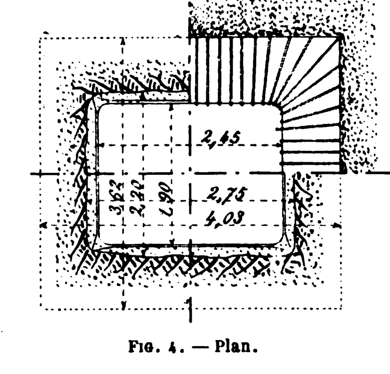



Fig. 4. — Plan.

Fig. 3 et 4. — Élargissement de la base du puits.

On descend ensuite la fouille, au-dessous du chemisage, que l'on soutient au moyen de forts poteaux verticaux et l'on achève l'élargissement de la base du puits. Le remplissage du puits s'obtient au moyen de béton moins riche que celui du chemisage et contenant 150 kilogr. de ciment de Portland par mètre cube. Le noyau du pilier se trouve fortement ancré dans le chemisage, grâce aux rainures à double biseau qui en séparent les tronçons successifs.

La hauteur des piliers établis par ce nouveau procédé sous les bâtiments du nouveau théâtre de Berne, varie de 7 à 10 mètres et leurs diamètres de 2 à 4m60. Les puits les plus larges ont été foncés comme précédemment, si ce n'est que l'on effectuait deux fouilles distinctes séparées par une cloison en béton armé de 0m 30 d'épaisseur. L'application de ce nouveau procédé de fonçage des puits, avec chemisage en béton armé a, paraît-il, permis de réaliser une économie de 15 % sur la dépense d'établissement des piliers.

(1) *Gazette des Tribunaux*, numéro du 1er juin 1900.

### Appareil de levage pneumatique.

Les outils et appareils portatifs pneumatiques attirent depuis quelque temps, d'une façon toute particulière, l'attention des Ingénieurs. Ces outils, outre l'utilité et la commodité de leur emploi, ont, en effet, l'avantage de permettre de réduire considérablement, comme l'a déjà signalé le *Génie Civil* (1), la quantité de travail faite à la main dans les ateliers. Aussi est-il probable que, dans un avenir peu éloigné, l'emploi de l'air comprimé prendra un développement considérable, entre autres pour la commande d'appareils de levage légers, comme celui que représentent les figures 1 à 4, que nous empruntons à l'*Engineering*.

Le cylindre de cet appareil (fig. 1) est en fonte; son piston et son presse-étoupes ont une garniture en cuir. Dans le couvercle supérieur est disposé un joint sphérique, qui permet à l'appareil de s'incliner d'un angle important dans une direction quelconque et accroît ainsi son rayon d'action.

La soupape de commande (fig. 2 à 4) est pourvue d'une plaque indicatrice montrant dans quel sens il faut déplacer la soupape pour lever ou abaisser la charge; la commande se fait au moyen d'une manette en forme de T, qui, dans les appareils de plus grande taille, est munie de deux chaînes que l'opérateur peut atteindre aisément.

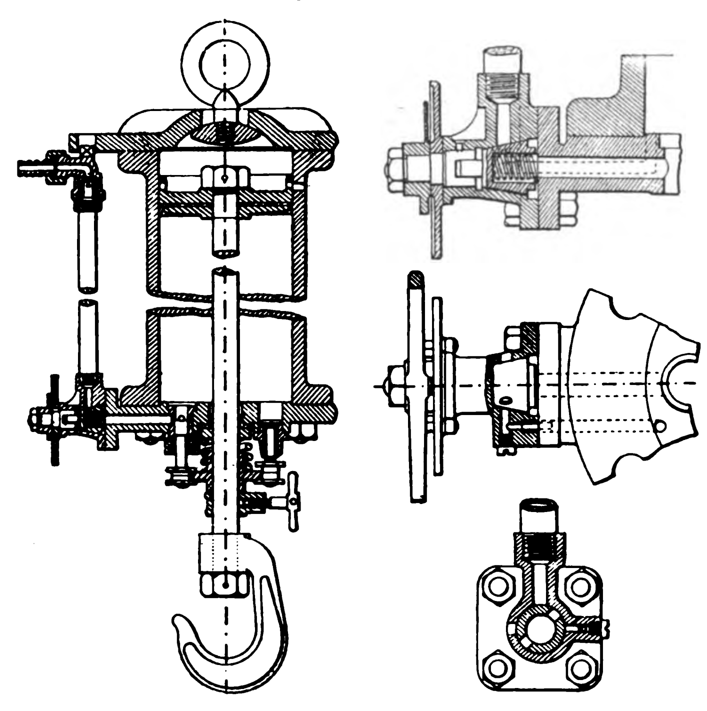


Fig. 1. — Coupe par l'axe. Fig. 2 à 4. — Détails de la soupape.

Fig. 1 à 4. — Appareil de levage pneumatique.

La soupape elle-même est indépendante de son axe de commande, qui porte une rainure où s'engage un ergot porté par la soupape. La boîte de cette dernière, porte, en outre, un petit conduit d'échappement supplémentaire dont on verra plus loin le rôle.

Dans le couvercle inférieur du cylindre (fig. 1) sont adaptées deux soupapes destinées à économiser l'air comprimé et à assurer l'équilibre de l'appareil.

En général, avec les appareils de levage pneumatiques, lorsqu'une charge légère n'exigerait pour être soulevée que la moitié de la pression de l'air comprimé alimentant l'appareil, et que le piston est arrivé en haut de sa course, l'ouvrier a tendance à laisser la soupape ouverte, ce qui admet dans l'appareil la pleine pression et, par suite, produit une consommation d'air comprimé double de celle qui était nécessaire.

L'appareil que représente la figure 1 est combiné de façon à éviter cet inconvénient.

La soupape de commande étant ouverte, la hauteur de levage de l'appareil est déterminée par la position dans laquelle l'opérateur a préalablement fixé à la tige du piston le petit collier coulissant à vis de pression (fig. 1). Lorsque la charge atteint la hauteur désirée, ce collier vient rencontrer un manchon coulissant, qu'un ressort à boudin tenait abaissé. Il le soulève, en comprimant ce ressort, et le manchon, en montant, entraîne le petit piston que l'on voit sur la gauche de la figure 1, et qui vient fermer l'admission de l'air comprimé.

Mais si la charge doit rester soulevée, pendant un temps considérable, à une hauteur déterminée, il peut se produire une petite fuite d'air, et la tige du grand piston descend, emportant avec elle le collier ajustable. Ce mouvement permet au petit piston, ou piston-soupape, de descendre; l'air comprimé entre à nouveau, le grand piston et sa tige remontent, et le petit piston entraîné vient, comme précédemment, intercepter l'arrivée de l'air comprimé. Les pertes d'air se trouvent ainsi compensées automatiquement et d'une façon continue.

Si, d'autre part, la charge soulevée diminue, comme, par exemple, s'il s'agit d'un métal contenu dans une poche de coulée supportée par l'appareil et que l'on vide progressivement, l'air contenu dans le cylindre se dilate, la tige du piston monte et le manchon coulissant, qui se trouve entraîné, soulève la petite soupape d'échappement, que l'on voit sur la droite de la figure 1; l'excès d'air s'échappe.

Grâce à l'action de son piston-soupape, cet appareil de levage ne peut donc pas consommer plus d'air qu'il n'est nécessaire pour une charge donnée, et, par l'action combinée des deux soupapes dont il est muni, une charge variable peut être maintenue automatiquement en équilibre tout au voisinage d'une position donnée.

Comme on le voit, le piston-soupape bouche, lorsqu'il est fermé, l'orifice d'échappement principal. Aussi lorsque, pour laisser descendre la charge, on tourne la manette en sens inverse, l'échappement se fait d'abord par le petit conduit, dont il a déjà été question, et c'est lorsque la pression dans le cylindre a déjà diminué que le piston-soupape s'ouvre et permet à l'air de s'échapper par l'orifice principal.

On a ménagé, à la partie supérieure du cylindre, un coussin amortisseur d'air en perçant un petit trou dans le haut de la paroi cylindrique. Le piston, en approchant de l'extrémité de sa course, bouche ce trou, et l'air emprisonné, en se comprimant, amène progressivement la charge à l'arrêt.

Dans le cas où l'alimentation d'air comprimé cesserait tout à coup, la chute brusque de la charge serait évitée par la fermeture automatique d'une soupape d'arrêt disposée à la partie supérieure du tuyau vertical qui amène l'air comprimé.

Ce type d'appareil de levage pneumatique, connu sous le nom de « Sentinel », se fait avec un cylindre de 0m 10 à 0m 50 de diamètre, pour une hauteur de levage de 1m 20 à 3 mètres, et une puissance de 250 kilogr. à 10 tonnes.

---

### L'industrie sidérurgique de la Russie méridionale.

M. Alexis de Keppen, Ingénieur des Mines, ancien membre du Conseil général des mines de la Russie a publié dernièrement (1) sur l'industrie sidérurgique de la Russie méridionale, une intéressante étude dont nous nous proposons de donner ici une analyse succincte.

M. de Keppen rappelle d'abord combien a été extraordinaire le développement de la Russie pendant ces dernières années: en 11 ans, le nombre total des établissements industriels a augmenté de 26 %, la valeur moyenne de la production a augmenté de plus de 112 % et le nombre d'ouvriers employés de 59 %. Mais ces résultats moyens concernant l'ensemble de l'industrie de la Russie sont encore de beaucoup dépassés dans quelques branches spéciales, comme l'industrie des mines et l'industrie métallurgique. En ce qui concerne ces deux branches d'industrie, leur développement, pendant la période 1887-1897, est indiqué par le tableau suivant:

| | Mines. | Métallurgie. |
|---|---|---|
| Augmentation % du nombre des établissements. . | 28 | 75 |
| Augmentation de la valeur de production . . . . . | 154 | 175 |
| Augmentation du nombre des ouvriers . . . . . . | 40 | 108 |

C'est dans la Russie méridionale que l'on constate le développement le plus extraordinaire, ainsi qu'en témoignent les chiffres suivants :

| | 1874 (millions de pouds) (2). | 1898 (millions de pouds). |
|---|---|---|
| Production houillère. . . . . . . | 35 | 462 |
| — des minerais de fer . . | 1 | 130 |
| — de la fonte . . . . . . | 0,496 | 61,374 |
| — du fer et de l'acier . . | 0,706 | 40,248 |

Pour se faire une idée de l'état dans lequel se trouve l'industrie sidérurgique du midi de la Russie, il convient d'étudier successivement les questions suivantes :

1° Approvisionnement des usines sidérurgiques en minerai ;
2° Leur approvisionnement en combustible;
3° Question ouvrière ;
4° État des chemins de fer qui desservent la région.

I. Minerai de fer. — 1° *Minerais de Krivoï-Rog.* — Ce sont des minerais composés principalement de fer spéculaire et d'hématite rouge, avec des teneurs variant de 65 à 68 % de fer. D'après les données de la Commission spéciale du Congrès minier de Kharkoff (novembre 1899) les réserves de minerai de la région de Krivoï-Rog s'élèvent à 5 306 millions de pouds (87 millions de tonnes).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 2, p. 32.

(1) Bulletin du Comité des Forges de France (2 avril 1900).
(2) 1 poud = 16kg38; 61 pouds = 1 tonne.

En 1898, 25 mines de fer étaient exploitées dans la région de Krivoï-Rog et occupaient 3 967 ouvriers.

2° *Minerais du bassin du Donetz.* — Ces minerais se composent d'hématites rouges et brunes. En 1898, la production a été de 7 604 159 pouds. Le nombre d'ouvriers employés était de 1 898.

3° *Minerais de Kertch.* — Ces minerais ont une teneur moyenne de 38 à 40 °/o de fer; en 1898, il y avait 3 mines en exploitation, à Kertch, occupant 175 ouvriers.

Au total, en 1898, la Russie méridionale a produit 129 968 000 pouds de minerai de fer, alors que la région de l'Oural n'en produisait que 75 828 000 pouds.

II. Combustible. — La houille et l'anthracite se trouvent dans le bassin du Donetz, où la production de 1898 a été la suivante :

| | |
|---|---|
| Houille. . . . . . . . . . | 407 814 977 pouds |
| Anthracite . . . . . . . . | 54 229 523 — |

La plus grande partie de la houille est transformée en coke ; à la fin de 1898, il y avait 2776 fours à coke pouvant produire annuellement 100 millions de pouds de coke.

III. Ouvriers. — Le nombre d'ouvriers employés en 1898 était de :

88 144 pour l'industrie minière ;
40 002 — métallurgique.

Mais le contingent d'ouvriers est très instable, car les années de bonne récolte, les ouvriers quittent l'usine ou la mine pour aller travailler aux champs ; cette question ouvrière préoccupe actuellement le gouvernement russe.

IV. Industrie sidérurgique. — 1° *Usines à fonte.* — En 1898, il y avait 30 hauts fourneaux en marche, produisant 61 175 400 pouds de fonte, et on prévoit qu'en 1900 il y aura 50 hauts fourneaux en marche, produisant annuellement 105 millions de pouds.

2° *Production de ferro-manganèse.* — Cette production est très peu développée et les importations de ferro-manganèse sont encore très élevées. Les gisements de minerai manganésifère sont ceux de Nicopol et du Caucase.

3° *Forges et aciéries.* — Le développement de la production du fer et de l'acier, depuis 1887, est indiqué par le tableau suivant, *en pouds :*

| | Fer. | Acier. | Total. |
|---|---|---|---|
| 1887. . . . . . | 794 674 | 2 488 743 | 3 283 417 |
| 1898. . . . . . | 2 589 627 | 34 533 636 | 37 123 263 |

Cette production de 37 millions de pouds a été réalisée par 8 usines, alors que la région de l'Oural, avec ses 77 usines, ne produisait que 23 millions de pouds.

4° *Débouchés des usines sidérurgiques.* — Les produits finis se répartissent comme il suit entre les différents consommateurs :

33,5 °/o pour le gouvernement et les chemins de fer ;
60,0 °/o pour le marché ;
6,5 °/o pour la consommation des usines mêmes.

En résumé, la totalité des produits livrés se décompose ainsi :

38,5 °/o de fonte ;
33,8 °/o de rails ;
27,7 °/o de barres, tôles, bandages et autres produits.

V. Chemins de fer desservant la région. — Les lignes de chemins de fer desservant actuellement la région sidérurgique de la Russie méridionale sont celles de Koursk-Kharkoff-Sébastopol, du chemin de fer Catherine et du Sud-Est russe.

En 1898, les expéditions de combustible ont été de 598 500 wagons de 10 tonnes ; les produits finis expédiés par les usines sidérurgiques ont représenté 64 728 150 pouds ; les matières premières de ces usines et les matériaux de combustion ont employé 322 350 wagons représentant 193 400 000 pouds.

D'après les évaluations du Ministère des Finances, les transports atteindraient 1 067 millions de pouds en 1901 ; et c'est pourquoi le gouvernement étudie actuellement la construction d'une nouvelle ligne qui serait parallèle au chemin de fer Catherine mais passerait plus au sud.

---

## Nouvelles soupapes d'air chaud et de fumée.

La soupape d'air chaud et la soupape de fumée représentées par les figures 1 et 2, empruntées à l'*Iron Age*, sont appliquées dans les usines de la Carnegie Steel C°, de l'Ohio Steel C°, de l'Illinois Steel C° et de la Cambria Steel C° (États-Unis).

*Soupape d'air chaud.* — La soupape d'air chaud (fig. 1) comporte l'emploi d'un siège amovible F, serré entre deux pièces coniques en acier fondu E, reliées par des crochets Z. Ces crochets se composent de deux parties portant l'une un filetage à droite, l'autre un filetage à gauche, et reliées par un écrou en bronze; ils peuvent donc être complètement démontés, ce qui permet de remplacer le siège F.

Mais ce qui caractérise surtout cette soupape, c'est que sa tige peut être maintenue parfaitement étanche et qu'elle ne donne lieu à aucune fuite d'air chaud. Le presse-étoupes habituel est remplacé par un prolongement N, dont la garniture est en O ; la tige J de la soupape est creuse et elle est munie des dispositifs habituels pour la circulation de

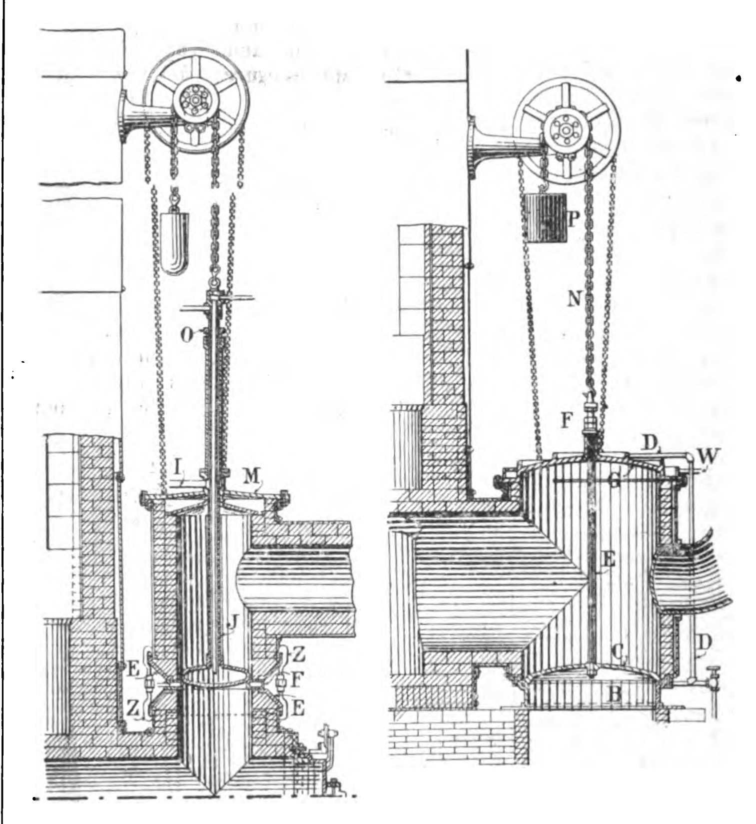



Fig. 1. — Soupape d'air chaud. Fig. 2. — Soupape de fumée.

l'eau réfrigérante. Quand au tuyau I, il est relié à la conduite principale de vent froid, dans laquelle la pression est toujours d'environ 0kg 03 supérieure à celle du vent chaud. Il y a, par suite, constamment une mince lame d'air froid qui s'écoule entre la tige J et le trou percé dans le couvercle M, de sorte que les matières légères, floconneuses entraînées, qui constituent la principale cause de détérioration de la tige de la soupape, ne peuvent pas pénétrer jusqu'aux parties de cette tige qui ont à traverser la garniture placée en O. L'étanchéité se trouve ainsi assurée en ce point dans les meilleures conditions, puisque la tige est toujours froide et propre sur la longueur qui se déplace à travers la garniture.

*Soupape de fumée.* — Le siège B de la soupape de fumée (fig. 2) est muni, de fonte, d'un canal pour la circulation de l'eau réfrigérante. L'eau qui s'en échappe se rend ensuite, par le tuyau D, à la partie supérieure de la boîte de la soupape, dont elle rafraîchit le couvercle G. Celui-ci porte, en effet, trois rebords circulaires successifs; l'eau amenée par le tuyau D dans l'espace limité par le rebord central, se déverse par-dessus ce rebord dans l'espace que limite le second rebord, puis, franchissant celui-ci, elle arrive dans un nouvel espace annulaire, d'où elle s'échappe par le tuyau W.

La soupape C, qui est en acier fondu, est suspendue à une tige rigide E, munie, en F, d'écrous de réglage et d'un anneau élastique, de telle sorte que, lorsque la soupape repose sur son siège, cet anneau se trouve suffisamment comprimé pour empêcher toute fuite.

Lorsque, au contraire, la soupape est soulevée jusqu'à sa position supérieure, elle se trouve maintenue froide par son contact intime avec le couvercle G, refroidi par l'eau comme il a été indiqué.

La soupape et sa tige sont, à mi-course, équilibrées par le contrepoids P, de telle sorte que lorsque l'on soulève la soupape au-dessus de ce point, le poids de la chaîne N s'ajoutant au contrepoids P achève de soulever la soupape et l'applique contre le couvercle G. Inversement, lorsque l'on abaisse la soupape jusqu'au delà du milieu de sa course, le poids de la chaîne s'ajoutant à celui de la soupape et de sa tige, fait descendre la soupape jusque sur son siège.

---

## Appareil pour la transmission de l'énergie à vitesse variable.

Un appareil pour la transmission de l'énergie à vitesse variable, permettant de faire varier la vitesse plus ou moins rapidement, dans de larges limites, et pouvant être actionné instantanément et sans difficulté, est susceptible de nombreuses applications, par exemple,

dans les machines-outils, les transporteurs, les presses d'imprimerie, les fours rotatifs, etc.

Tel semble être le cas de l'appareil représenté par les figures 1 à 4 que nous empruntons à l'*Engineering News*.

Cet appareil (fig. 1 et 2) comporte deux arbres A et B dont les paliers M sont supportés par deux châssis latéraux N, construits en barres d'acier; A est l'arbre moteur, B est l'arbre commandé. Sur ces arbres sont montées, à clavette longue, deux poulies coniques C, C et D, D en fonte, qui peuvent, par suite, se déplacer latéralement sur leur arbre.

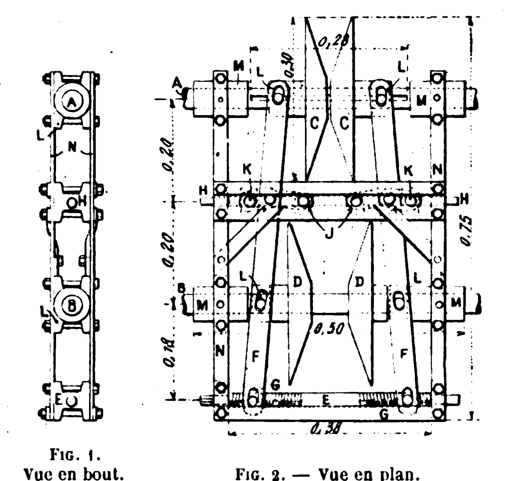


Fig. 1. Vue en bout. Fig. 2. — Vue en plan.

Fig. 1 et 2. — Appareil pour la transmission de l'énergie à vitesse variable.

A l'une des extrémités du châssis NN de l'appareil se trouve un axe fileté en acier E, à double filetage, qui actionne les poulies coniques par l'intermédiaire de deux leviers F, F, dont l'une des extrémités est munie d'un écrou en fonte G, à chemise de bronze. Un autre axe fileté en acier H, placé entre les deux arbres A et B, sert à modifier la position des leviers, de façon à régler la tension de la courroie qui sert, comme on le verra, à transmettre le mouvement de l'arbre A à l'arbre B. A cet effet, chacun des leviers F porte un bras adapté à un bloc J; et une biellette le relie à un écrou en fonte K. L'action des leviers F est transmise aux cônes C et D par l'intermédiaire des pièces L. On voit donc que, lorsqu'en agissant sur l'axe fileté E, on écarte l'un de l'autre les deux cônes montés sur l'arbre moteur A, on rapproche ceux que porte l'arbre commandé B, et inversement.

La courroie qui sert à transmettre l'énergie de l'arbre moteur à l'arbre commandé, est une courroie très épaisse dont les bords sont biseautés, de telle sorte que leur angle corresponde à celui des cônes. Cette courroie fonctionne donc par frottement, non pas sur sa face, mais contre ses bords.

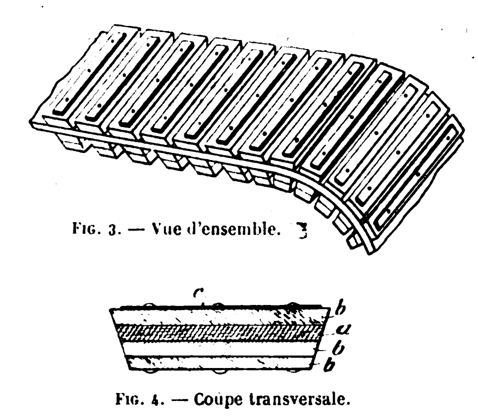


Fig. 3. — Vue d'ensemble.

Fig. 4. — Coupe transversale.

Fig. 3 et 4. — Détail de la courroie.

Les figures 3 et 4 permettent d'en comprendre la construction. A une courroie sans fin *a* sont rivées des barrettes transversales constituées par des bandes de cuir *b*, *b*, *b*, munies, à leur partie supérieure, d'une lame de tôle *c*. Les extrémités des bandes de cuir *b* sont biseautés de façon à s'adapter sur les cônes, et leurs côtés sont biseautés de façon que la courroie puisse passer autour des poulies sans que les bandes *b* se touchent.

Cet appareil, fabriqué par la Reeves Pulley C°, a été appliqué à des tours à travailler le bois et les métaux, et à d'autres machines-outils, à des transporteurs de charbon, à des fours rotatifs pour la cuisson du ciment (par la Castalla Portland Cement C°), ainsi qu'à des machines à vitesse variable actionnées par des électromoteurs à vitesse constante; il a été appliqué également aux automobiles.

On le construit en différentes tailles, permettant de transmettre de 3 à 16 chevaux, avec des variations de vitesse de 1 à 10 et de 1 à 4. Le diamètre des cônes varie de 0m 25 à 0m 75.

---

## Alimentation d'eau des Champs d'or de Coolgardie (Australie occidentale).

On exécute, en ce moment, les travaux destinés à assurer l'alimentation d'eau pour les besoins domestiques et industriels des Champs d'or de Coolgardie (Australie occidentale). L'eau sera prise dans la chaîne de Greenmount, à environ 55 kilom. de la côte ouest de l'Australie, où l'on établira un réservoir sur l'Helena River. De ce point, l'eau sera refoulée par une série de stations de pompes, à travers une conduite de 525 kilom. de longueur, qui suivra la ligne d'un chemin de fer existant, jusqu'au réservoir de distribution situé à Coolgardie.

Il était, en effet, impossible de trouver sur place des eaux souterraines, par suite de la formation géologique des terrains. Il fallait donc se procurer des eaux de surface. Mais la hauteur de pluie qui tombe à Coolgardie n'est que de 0m 13 par an, et il en est de même dans un grand rayon. C'est pourquoi l'on se résolut à aller chercher les eaux de surface dans la chaîne de Greenmount, où la hauteur moyenne annuelle des pluies est de 0m 92. Le caractère des reliefs de cette contrée est, d'ailleurs, des mieux appropriés à l'établissement d'un barrage de retenue d'eau.

Quant à la quantité d'eau à fournir, un volume de 27 250 mètres cubes (6 millions de gallons) par jour a été jugé suffisant; il exige l'installation de huit stations de pompes.

Le réservoir de l'Helena River sera constitué par un barrage en arc de 30m 50 de hauteur, de 198m 10 de longueur et 3m 05 de largeur à la crête, et de 6m 10 de longueur et 21m 35 de largeur à la base. La retenue d'eau se fera sentir jusqu'à une distance de 11 kilom., et le volume d'eau emmagasiné sera de 25 millions de mètres cubes.

A Coolgardie, il y aura un réservoir de 109 000 mètres cubes (24 millions de gallons). La différence de niveau entre ces deux réservoirs extrêmes sera d'environ 400 mètres; toute l'eau devra, par conséquent, être élevée par les pompes à cette hauteur. La conduite qui réunira ces réservoirs aura 0m 76 de diamètre, et la perte de charge, due au frottement de l'eau dans cette conduite, est estimée à environ 400 mètres de hauteur d'eau.

L'*Engineering Record*, auquel nous empruntons ces renseignements, étudie, plus particulièrement, le mode de construction et l'établissement de cette conduite.

Afin de pouvoir plus aisément surveiller les fuites qui, sur une aussi grande longueur peuvent avoir une importance considérable, on établira la conduite à la surface du sol, mais alors, pour permettre les effets de dilatation et de contraction dus aux variations de température, il a fallu prévoir des dispositifs convenables, ainsi que pour résister, dans les courbes, aux effets provenant de la pression de l'eau ou de la fermeture brusque d'une vanne.

On a adopté, pour l'exécution de la conduite, l'emploi de tuyaux, de 8m 55 de longueur, formés d'une tôle d'acier recourbée en cylindre, dont les bords sont pincés dans deux rainures opposées ménagées dans une barre d'acier de section convenable, comme le montrent les figures 1 et 2. La résistance offerte par cette barre à l'écoulement de l'eau est moins grande que celle que causeraient des têtes de rivets, et la solidité de l'assemblage ainsi constitué lui permet de résister aux plus fortes pressions.

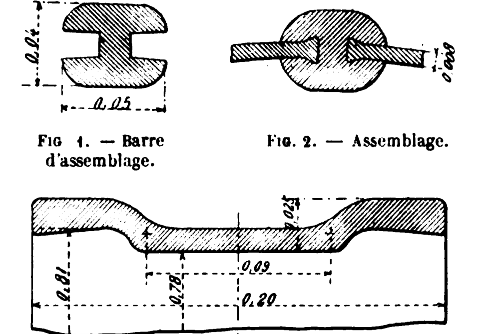


Fig. 1. — Barre d'assemblage. Fig. 2. — Assemblage.

Fig. 3. — Manchon de joint.

Fig. 1 à 3. — Détails de la conduite.

Chaque tuyau n'est formé que de deux tôles d'acier maintenues par deux barres d'assemblage longitudinales. Les tuyaux sont reliés les uns aux autres par un manchon en acier soudé (fig. 3).

Après avoir été décapés dans de l'acide sulfurique dilué, trempés dans un bain d'eau de chaux, puis soigneusement nettoyés, les tuyaux sont plongés, à une température de 150° C., dans un mélange d'asphalte de la Trinité et de créosote, qu'on laisse ensuite s'égoutter.

La conduite sera interrompue, à chacune des stations de pompes intermédiaires, par un réservoir de 10 000 mètres cubes de capacité et de 6 mètres de profondeur, dans lequel l'eau se déversera librement et où elle sera reprise pour être refoulée dans la section suivante, de telle sorte que les pompes n'auront à vaincre que la pression de refoulement d'une station à l'autre.

La position des huit stations de pompes a été choisie de telle sorte que la résistance au refoulement d'une station à la suivante, soit la même pour chacune des quatre premières et pour chacune des quatre dernières stations. On n'aura, par suite, besoin que de deux tailles de machines à vapeur proportionnées à chacune des deux hauteurs de refoulement.

Le creusement des fondations du barrage sur l'Helena River, représentant 40 000 à 45 000 mètres cubes de déblais, est terminé. La livraison des tuyaux de la conduite est déjà commencée.

On estime la dépense totale de ce projet à 60 millions de francs.

---

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 18 juin 1900.*

**Chimie.** — I. — *Sur la formation de l'acide azotique dans la combustion de l'hydrogène;* par M. BERTHELOT.

La combustion de l'hydrogène s'opère dans des conditions bien différentes de celle du carbone et du soufre, ces derniers éléments étant solides, et dès lors, brûlant surtout à leur surface, laquelle n'offre à l'oxygène qu'un contact limité; tandis que l'hydrogène gazeux se mélange avec l'oxygène gazeux, à masse comparable, au moment de la combustion. Dès lors la combustion de l'hydrogène peut être effectuée de deux manières : soit en enflammant un jet d'hydrogène lancé dans une atmosphère d'oxygène, la combustion ayant lieu d'une façon progressive et à pression constante; soit en mélangeant à l'avance les deux gaz, et en faisant détoner le mélange en vase clos à l'aide d'une étincelle électrique, la combustion ayant lieu d'une façon subite et à volume constant. Ce sont là des circonstances tout à fait distinctes au point de vue mécanique.

M. Berthelot a opéré tant avec de l'oxygène presque pur contenant une faible dose d'azote, telle que 7,3 centièmes, qu'avec l'air atmosphérique, qui renferme seulement 20,8 centièmes d'oxygène, et avec divers mélanges d'oxygène et d'azote.

II. — *Gaz combustibles de l'atmosphère : air des villes;* par M. Armand GAUTIER.

Tous les résultats des dosages des gaz combustibles de l'atmosphère, effectués jusqu'en ces derniers temps, sont incomplets, puisqu'on n'a généralement dosé dans l'air que l'un des éléments combustibles, l'hydrogène ou le carbone. Ils dérivent d'ailleurs de méthodes incertaines. Enfin aucune des recherches publiées jusqu'ici ne permet de savoir si l'acide carbonique et l'eau, produits dans la combustion de l'air, proviennent d'hydrocarbures, d'oxyde de carbone ou d'hydrogène libre.

M. A. Gautier décrit le dispositif qui lui a servi à doser dans l'air l'hydrogène, libre ou combiné, et le carbone des hydrocarbures.

La conclusion de ses recherches paraît être que le formène est bien, ainsi qu'on l'avait soupçonné, l'hydrocarbure qui existe à faible dose dans l'atmosphère, au moins dans celle des villes. Mais l'auteur a établi (1) que, lorsqu'on brûle directement sur l'oxyde de cuivre ce gaz mélangé à de l'air décarburé au même état d'extrême dilution que celui où il semble exister, d'après les dosages de carbone, dans l'air atmosphérique, le rapport $\frac{C}{H}$ que donne l'expérience entre le carbone et l'hydrogène comburés par CuO n'est pas 3, ainsi que le veut la théorie, mais bien 2,4, l'hydrogène brûlant plus vite que le carbone. L'accord n'est donc qu'en partie apparent entre les nombres si satisfaisants qu'il a obtenus, et les idées *a priori* que l'on s'était faites de l'existence du méthane dans l'atmosphère. L'auteur se propose de montrer cependant que ce gaz y existe, mais qu'il y est mélangé d'hydrogène libre et d'autres hydrocarbures plus riches en carbone que le méthane ou les autres hydrocarbures saturés de sa famille.

**Chimie minérale.** — I. — *Sur les séléniures de fer.* Note de M. FONZES-DIACON, présentée par M. H. Moissan.

Les séléniures de fer sont d'autant plus difficilement attaqués par l'acide chlorhydrique concentré ou gazeux qu'ils renferment plus de sélénium; $FeSe^2$ est inattaquable.

L'acide azotique fumant les transforme en sélénites.

Le chlore en déplace le sélénium assez facilement. Grillés dans un courant d'oxygène ils laissent un résidu d'oxyde rouge de fer et de l'anhydride sélénieux se sublime.

L'hydrogène, à haute température, les ramène à l'état de séléniure ferreux.

M. Fonzes-Diacon a préparé les composés $FeSe^2$, $Fe^2Se^3$, $Fe^3Se^4$, $Fe^7Se^8$, FeSe, correspondant aux dérivés sulfurés du fer.

Il n'a pu obtenir, par la réduction à la haute température des séléniures de fer, le composé $Fe^2Se$, mais seulement un mélange de fonte et de FeSe.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 5, p. 87. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

II. — *Action des oxydants sur les iodures alcalins.* Note de M. E. PÉCHARD, présentée par M. Troost.

On sait qu'un grand nombre d'oxydants décomposent les iodures alcalins avec mise en liberté d'iode. L'iodure de potassium amidonné bleuit, en effet, en présence de l'ozone, de l'eau oxygénée, de l'acide azotique, etc. Avec les oxydants neutres, la dissolution de l'iodure devient alcaline, et l'on admet généralement que l'oxydation a transformé l'iodure en iode et potasse libres. Mais la présence de periodate dans la liqueur oxydée porte à croire que cette oxydation doit, dans certains cas, être interprétée d'une façon différente.

M. E. Péchard a déjà montré que le periodate de sodium $IO^4Na$ est un oxydant énergique, capable de réagir sur les iodures alcalins. Il étudie d'abord cette réaction, qui lui permet d'expliquer ensuite d'autres phénomènes analogues d'oxydation de ces sels : action de l'ozone et de l'eau oxygénée sur l'iodure de potassium.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**L'éclairage des trains.** — Une étude très complète sur l'éclairage des trains dans les diverses Compagnies de chemins de fer a été publiée dans le numéro de mai du *Bulletin du Congrès des chemins de fer*.

Pendant très longtemps, les lampes à huile furent seules employées et, même actuellement, ce système d'éclairage est encore le plus répandu. Toutefois les becs plats ont été remplacés par des becs ronds d'un pouvoir éclairant supérieur, mais qui consomment plus d'huile; ceux-ci ont été en outre surmontés de verres ou de cheminées destinés à assurer le tirage et donner à la flamme une fixité qu'elle ne possédait pas. L'huile de colza est la plus employée; cependant, on se sert en Espagne d'huile d'olive, et dans l'est de l'Inde, d'huile de ricin.

Le pétrole, qui est d'un usage général pour l'éclairage des fanaux et des signaux, n'est employé sur une grande échelle, pour l'éclairage des voitures, qu'en Suisse, aux États-Unis et en Angleterre. Il a l'avantage de ne pas se congeler, comme l'huile, par les grands froids, et il est d'un prix de revient moins élevé; mais son odeur désagréable limitera toujours son emploi.

Depuis une vingtaine d'années, les procédés d'éclairage se sont beaucoup perfectionnés et les Compagnies de chemins de fer ont successivement appliqué le gaz comprimé et la lumière électrique à l'éclairage de leurs trains. L'emploi du gaz s'étend tous les jours; la Russie lui a accordé une préférence exclusive, ainsi que les pays riches en pétrole ou en charbon gras. Les lampes en usage sont le plus souvent celles dites « intensives, à récupération ».

Les essais effectués avec le bec Auer et avec l'acétylène ne sont pas encore assez concluants pour qu'on puisse se prononcer sur l'efficacité de ces modes d'éclairage. Signalons enfin l'apparition de la lumière électrique produite soit par des accumulateurs, soit par des dynamos actionnées au moyen de poulies calées sur les essieux des véhicules. C'est le mode d'éclairage qui se présente sous la forme la plus séduisante et celui qui semble appelé à l'avenir le plus certain.

**Progrès récents accomplis en Angleterre dans la construction des locomotives.** — M. ROUS-MARTEN passe en revue, dans le *Bulletin du Congrès des Chemins de fer*, du mois de mai, les perfectionnements les plus nouveaux qui ont été apportés dans la construction des locomotives sur les divers réseaux de la Grande-Bretagne. Il constate que des efforts très sérieux ont été faits pour augmenter la puissance des machines, en accroissant soit les dimensions des chaudières, soit leur pouvoir de vaporisation. Il note la tendance de certains ingénieurs anglais à donner la préférence aux locomotives à quatre cylindres, pour la traction des lourds express, mais il constate aussi que les machines à deux cylindres extérieurs ont toujours leurs partisans convaincus de la supériorité de ce type de locomotive.

Parmi les créations les plus récentes, l'auteur signale la machine « Waterford » du Great Western, à deux essieux accouplés et bogie à l'avant, ayant une énorme chaudière très surélevée, disposition qui n'a pas permis d'y placer un dôme de vapeur. Cette locomotive est encore dans sa période d'essais. Un type tout nouveau de machine-tender à dix roues, dont quatre accouplées, vient d'être mis en service sur le Great Northern. Timbrée à 12 kilog. et d'un poids total de 59 tonnes en ordre de marche, elle est appelée à assurer un trafic suburbain très intense.

Par suite de la pléthore de travaux dont les ateliers du Midland ont été surchargés durant l'année qui vient de s'écouler, cette Compagnie a dû commander en Amérique des locomotives à marchandises. Il en est de même pour le Great Northern et le Great Central. L'expérience permettra de formuler un jugement — qui actuellement serait prématuré — sur le mérite de ces machines.

Deux nouveaux types de locomotives à voyageurs circulent sur les lignes du North Eastern. Le premier comporte quatre essieux dont deux accouplés et un bogie à l'avant. Les cylindres sont intérieurs; ils possèdent une distribution par tiroirs cylindriques et coulisses Stephenson. Le tender, qui peut contenir 16mc d'eau, est pourvu d'une écope pour l'alimentation en cours de route. Le second type de machine est à dix roues dont six accouplées, du diamètre de 1m835. Les cylindres de 508 × 660, sont extérieurs. La chaudière de dimensions exceptionnelles, est timbrée à 14 kilogr. Le poids en charge, inconnu jusqu'ici en Angleterre, dépasse 62 tonnes.

La nouvelle machine d'express du Lancashire et Yorkshire est, avec la précédente, la plus puissante qui existe dans la Grande-Bretagne. C'est surtout par sa chaudière, de 190 mètres carrés de surface de chauffe, que cette locomotive est remarquable. Les nouvelles machines à marchandises du Calédonien à trois essieux accouplés, pesant près de 46 tonnes en ordre de marche, sont destinées à assurer, non seulement le trafic des marchandises, mais aussi celui des voyageurs, en cas d'affluence, notamment pendant la saison d'été.

M. Rous-Marten termine son exposé en donnant le compte rendu des résultats fournis en service par les locomotives des seize principales Compagnies de chemins de fer de la Grande-Bretagne.

#### ÉLECTRICITÉ

**Station centrale d'électricité (45 000 chevaux) de Willesden (Angleterre).** — La station centrale primitive de la Metropolitan Electric Supply Ce de Londres étant devenue insuffisante et ne pouvant pas être agrandie sur place, la Compagnie s'est décidée à créer, à Willesden, une nouvelle usine dont l'*Engineer*, du 4 mai, donne la description.

Cette usine, qui se trouve placée dans une situation très favorable au point de vue de l'alimentation en eau et en charbon, comprendra dans son état définitif deux bâtiments de chaudières, de 117 mètres de longueur chacun, situés à l'est et l'ouest, et, entre eux, la salle des machines qui aura la même longueur et 34m15 de largeur. La puissance de l'usine complète sera de 45 000 chevaux indiqués.

Actuellement un quart à peine de l'usine est installé. La portion déjà construite de la salle des chaudières, qui a 49m50 de longueur, contient seize chaudières Babcock et Wilcox, timbrées à 11k2 et munies de surchauffeurs. Le bâtiment des machines, terminé par des murs provisoires, a 53m80 de longueur et 21m95 de largeur. Il renferme trois unités composées de machines et d'alternateurs Westinghouse.

Les machines ont une puissance de 2 500 chevaux indiqués; elles peuvent faire de 116 à 145 tours par minute. Ce sont des machines verticales compound dont les cylindres ont 0m91 et 1m40 de diamètre et 0m91 de course. Les dynamos qui sont des génératrices à courant alternatif diphasé, sont accouplées directement aux machines. Elles donnent 1 500 kilowatts à 500 volts et 60 périodes. Les aimants du champ ont 62 pôles; l'armature est mobile. Les excitatrices sont montées sur les arbres principaux; elles sont à enroulement compound. Le courant d'excitation nécessaire à pleine charge est de 150 ampères à 100 à 105 volts.

Douze transformateurs de 250 kilowatts chacun, élèvent la tension du courant de 500 à 10 000 volts. Leur rendement est de 98 °/o à pleine charge; leur échauffement est de 21° C au-dessus de la température ambiante après un fonctionnement de 8 heures à pleine charge. L'auteur décrit le tableau de distribution à haute tension.

Les sous-stations, au nombre de trois, contiennent

en tout, 30 transformateurs de 100 kilowatts. Cinq câbles partent de la station centrale. La longueur des câbles entre cette station et la sous-station extrême est de 11km 2, elle atteindra, avec les extensions, environ 13 kilomètres.

L'auteur termine en décrivant en détail les condenseurs et l'installation servant au refroidissement de l'eau qui sort de ces appareils.

**Les tramways électriques de Dublin (Irlande).** — Dans le *Street Railway*, du mois de mai, M. A. C. Shaw étudie les tramways électriques de Dublin, qui constituent, à son avis, le réseau de tramways électriques le plus étendu et le plus complet qui soit actuellement exploité dans le Royaume-Uni.

Après un rapide historique, l'auteur aborde la description de la station centrale électrique. Les bâtiments mesurent 54m 85 sur 48m 75, la salle des machines, qui a 24m 40 de largeur intérieure, étant séparée par un mur de la salle des chaudières, dont la largeur est de 24m 35. La salle des machines contient actuellement cinq machines Corliss compound à condensation, accouplées chacune directement à une génératrice de 500 kilowatts à courant continu. Les machines font 90 tours par minute, avec de la vapeur à 10kg 5, les cylindres ayant 0m 51 et 1m 05 de diamètre, et une course de 1m 07. Les volants ont 5m 80 de diamètre et pèsent 32 tonnes. Les génératrices ont 10 pôles et leur puissance qui est de 500 kilowatts à 90 tours, peut être poussée jusqu'à 750 kilowatts. La salle des machines est desservie par un pont roulant électrique de 25 tonnes pouvant donner un déplacement vertical de 7m 90; l'auteur en donne la description, puis celle du tableau de distribution. Il décrit ensuite la salle des chaudières avec ses soutes à charbon et ses installations pour la manutention du combustible, les économiseurs, la tuyauterie et les condenseurs. Il passe ensuite à la description des conducteurs électriques, souterrains et aériens, et donne quelques renseignements sur la voie et le matériel roulant.

Outre les unités à courant continu, la station centrale contient encore une unité à courant triphasé servant à alimenter deux sous-stations qui fournissent du courant à des lignes suburbaines. La génératrice triphasée, qui a une puissance de 500 kilowatts à 2 500 volts, est du type à champ tournant; elle a 32 pôles, fait 94 tours à la minute, et donne une périodicité de 25 cycles par seconde. Chacune des trois sous-stations qu'elle alimente, contient sept transformateurs de 80 kilowatts qui ramènent le courant de 2 500 volts à 310 volts, et deux convertisseurs rotatifs de 200 kilowatts à 6 pôles, qui transforment le courant triphasé à 310 volts en courant continu à 510 volts.

### INDUSTRIES TEXTILES

**Les nouvelles machines des industries textiles.** — Dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 19 mai, M. G. Rohn, de Chemnitz, consacre une étude aux perfectionnements apportés récemment à diverses machines en usage dans les industries textiles. Cette monographie peut être considérée comme la suite d'études précédentes, consacrées aux machines à travailler la laine et publiées dans les numéros des 16 décembre 1899 et 10 février 1900 de la même Revue.

L'auteur énumère les dispositifs nouveaux imaginés dans les machines à filer continues et décrit quelques types de machines à filer le lin et le chanvre. Il termine son étude par un examen rapide des machines employées pour le travail de la tourbe fibreuse et de l'amiante.

### MÉCANIQUE

**Ponts à bascule de grandes dimensions.** — *L'Engineer*, du 4 mai, donne la description de deux ponts à bascule de grandes dimensions.

Le premier de ces appareils est un pont à bascule, type chemins de fer, de 110 tonnes; il est destiné à une usine de construction de chaudières marines et servira à peser ces dernières toutes montées. Sa plate-forme mesure 7m 60 sur 2m 60 et porte trois files de rails formant deux voies de 1m 45 et de 2m 13. Les caractéristiques de cet appareil sont comme le fait voir la description, sa robustesse et sa rigidité.

L'autre pont à bascule, bien que beaucoup moins puissant, est intéressant en ce qu'il est destiné à peser les plaques de tôle chaudes, telles qu'elles sortent du laminoir, leurs dimensions maximum pouvant être de 12m 20 sur 2m 67. La table de pesée consiste en une série de cadres en fonte verticaux disposés transversalement et supportés par deux longerons, s'étendant sur toute la longueur de l'appareil et qui servent à transmettre la charge aux leviers du mécanisme de pesage. Tout cet ensemble peut, en effet, être soulevé ou abaissé. Entre les cadres verticaux sont disposés les rouleaux sur lesquels arrive et repose la tôle, pendant que les cadres sont abaissés. En soulevant ces cadres, ils enlèvent des rouleaux la tôle que l'on peut alors peser. Les mouvements de montée et de descente des longerons, des cadres et de la tôle qu'ils supportent, s'obtiennent au moyen d'un cylindre hydraulique. Ce deuxième pont à bascule permet de peser jusqu'à 6 tonnes.

### MÉTALLURGIE

**De l'influence du cuivre dans le fer et l'acier.** — Dans le *Stahl und Eisen*, des 15 mai et 1er juin, M. W. Lipin cherche à mettre en lumière l'influence que peut avoir la présence du cuivre dans le fer et l'acier.

Rendant compte d'un certain nombre d'expériences, il montre notamment que la présence du cuivre dans la fonte de fer a pour effet de la rendre plus fusible, de lui donner une cassure plus grossière et d'accroître sa résistance à la rupture. La résistance de la fonte étant par exemple de 30 kilogr. par millimètre carré, peut s'accroître grâce au cuivre de 1/2 à 3 kilogrammes.

Pour le fer et l'acier la résistance croît également avec la teneur en cuivre; les allongements diminuent au contraire. Les métaux obtenus peuvent être forgés et laminés avec la même facilité, tant que la proportion de cuivre n'est pas trop grande. La trempe est plus forte quand le métal contient du cuivre.

L'auteur estime que les diverses expériences qu'il résume montrent que les anciennes préventions contre la présence du cuivre dans le fer et l'acier ne sont pas justifiées. Le fer et l'acier ne deviennent rouverins que lorsque la proportion du cuivre dépasse 2 à 3 %, ce qui est extrêmement rare. Il n'est donc pas logique de rejeter les minerais de fer cuprifères, ainsi qu'on le fait en certaines usines de l'Oural.

### MINES

**Un coup de mine à très forte charge.** — La Pike's Peak Power Co, de Victor et Cripple Creek (Colorado, États-Unis), construit actuellement un barrage en blocs de rocher tout-venants avec revêtement en tôle d'acier, destiné à créer une retenue d'eau pour la production de force motrice. La hauteur de ce barrage sera de 21 mètres, avec une largeur de 38m 10, et une longueur de 45m 70 à la base, et une largeur de 4m 90 et une longueur de 128 mètres à la partie supérieure. Le côté d'amont où se trouve le revêtement en acier aura une inclinaison de 30° sur la verticale; le côté aval, une inclinaison de 45°. Sa construction exigera 31 500 mètres cubes de pierres.

Tout au voisinage, s'élevait une colline, la Vesuvius Butte, à environ 90 mètres au-dessus de la base du barrage. On décida d'y prendre un cube de rocher suffisant pour la formation du remblai.

*L'Engineering News*, du 17 mai, décrit les travaux que l'on exécuta à cet effet. On creusa à environ 23 mètres au-dessous du sommet de la butte, un tunnel horizontal de 41m 15 de longueur, formant des coudes destinés à empêcher le refoulement du bourrage. Ce tunnel aboutissait environ au centre de la butte; de ce point, on traça deux galeries transversales opposées, formant un T avec la direction du tunnel. On y plaça 14 500 kilogr. de poudre noire et 65kg 4 de dynamite; on disposa trois détonateurs électriques et on bourra le tunnel avec de la terre et du rocher en disposant des tampons en bois à chacun des coudes.

L'explosion donna naissance à un cratère de 22 mètres de profondeur et 45m 70 de largeur. La quantité de rocher ébranlée fut de 83 000 mètres cubes, soit 80 % de la partie située au-dessus du niveau du tunnel.

On construit actuellement un chemin de fer à deux voies et un tunnel à travers le bord du cratère. Les wagons pourront ainsi être chargés de rocher près du centre de l'excavation, et descendront par gravité jusqu'à l'emplacement du barrage.

### NAVIGATION INTÉRIEURE

**Les progrès de la navigation intérieure en Allemagne.** — Le *Centralblatt der Bauverwaltung*, du 16 mai, fait remarquer l'énorme accroissement du trafic sur les fleuves et canaux de l'Allemagne et cite quelques chiffres permettant d'apprécier les progrès réalisés de 1875 à 1895. Le trafic des marchandises de toutes sortes s'est élevé de 2,9 milliards de tonnes-kilomètre en 1875 à 7,5 milliards de tonnes-kilomètre en 1895.

La longueur totale des voies de navigation intérieure est restée cependant presque égale, soit environ 10 000 kilomètres.

L'auteur de l'article fait remarquer que dans la même période, sur le réseau des chemins de fer allemands dont le développement a été porté de 26 000 à 45 000 kilom., le trafic s'est accru dans de moindres proportions et n'a passé que de 10,9 à 26,5 milliards de tonnes-kilomètre. Dès lors, si l'on considère le trafic annuel sur un kilomètre de longueur de voie, on remarque que ce trafic a passé de 290 000 à 750 000 tonnes, pour les voies fluviales, et seulement de 410 000 à 590 000 tonnes pour les voies ferrées.

Des statistiques plus récentes montrent que le trafic sur voies fluviales a atteint 10,7 milliards de tonnes-kilomètre en 1898. Le trafic, sur les voies de navigation intérieures françaises est à peine égal à la moitié de ce chiffre.

### PHYSIQUE INDUSTRIELLE

**Nouvel appareil extracteur de boues pour chaudières à vapeur.** — Dans le rapport annuel de M. Walther-Meunier, Ingénieur en chef de l'Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur, que publie le *Bulletin de l'Association alsacienne* (section française, exercice 1899), se trouve une description de l'appareil Demoulin, destiné à l'extraction des boues des chaudières à vapeur.

Le principe de cet appareil consiste à aspirer les parties insolubles de l'eau d'alimentation, au moment de leur précipitation par l'ébullition, et à les rejeter au dehors. Le fonctionnement est le suivant : Dans la partie de la chaudière où se forment ou se concentrent les dépôts, se trouve un tube horizontal, muni d'ouvertures dans le bas, et en communication avec un tube vertical débouchant au-dessus de la chaudière dans un récipient contenant un filtre en gravier fin. L'eau d'alimentation, toujours plus froide que celle de la chaudière, rencontre celle du tube vertical qui est mélangée de vapeur; un orifice se trouvant à la ligne d'eau pour recevoir les boues flottantes, produit l'aspiration par la différence de température et la condensation de la vapeur entraînée. Le mélange des deux eaux passe dans le filtre, qui retient les impuretés et rend à la chaudière l'eau d'alimentation claire, mais contenant encore les substances à précipiter. Les boues se concentrent dans une poche située au-dessous du filtre et sont extraites par des purges répétées aussi fréquemment qu'il est nécessaire. Une disposition particulière de tuyauterie permet de pratiquer dans le filtre des chasses d'eau en sens inverse du parcours ordinaire, et, par là, de le maintenir propre.

M. Walther-Meunier a suivi et contrôlé le fonctionnement de l'appareil Demoulin dans trois applications : les deux premières faites à des chaudières alimentées d'eaux calcaires, la troisième à un générateur recevant l'eau d'une rivière des Vosges, presque chimiquement pure lorsqu'elle n'est pas chargée de limon à la suite de fortes pluies ou contaminée par des déchets provenant d'établissements industriels situés en amont. Ces applications ont été toutes les trois favorables à l'appareil Demoulin.

L'auteur estime, cependant, que cet extracteur rendra surtout de grands services pour les chaudières alimentées par des eaux dénommées pures qui donnent lieu, malgré leur pureté, à des incrustations presque impossibles à détacher.

### TRAMWAYS

**Tramways électriques de l'Union Railroad Co, de Providence (États-Unis).** — L'Union Railroad Co, qui exploite les tramways électriques de Providence (États-Unis), vient de construire une ligne de 28km 8 pour relier cette ville à Buttonwoods. Elle a été amenée, pour exploiter économiquement cette nouvelle ligne, à transformer en courant triphasé le courant continu qu'elle produit à Providence, et à retransformer ensuite le courant trpihasé en courant continu. Le *Street Railway*, du mois d'avril, étudie toute cette installation.

La station centrale de l'Union Railroad Co, à Providence, a une puissance d'environ 5 000 chevaux; elle produit du courant continu à 575 volts. Pour alimenter la nouvelle ligne, on a construit à

22$^{km}$4 de Providence, à Riverview une, sous-station qui alimentera, de part et d'autre, les lignes de trolley.

A cet effet, on a installé, dans la station centrale, deux convertisseurs rotatifs Westinghouse de 300 kilowatts, qui reçoivent le courant continu à 575 volts et le transforment en courant alternatif diphasé à 400 volts. Dans une annexe de l'usine se trouvent quatre transformateurs survolteurs Westinghouse de 200 kilowatts, fonctionnant par paire avec chacun des convertisseurs; ils reçoivent le courant diphasé à 400 volts et fournissent du courant triphasé à 10 000 volts, que les lignes amènent à Riverview. Dans cette sous-station sont installés quatre transformateurs Westinghouse, de 150 kilowatts chacun, dont les circuits primaires sont enroulés pour recevoir du courant triphasé à 9 500 volts, et les circuits secondaires pour fournir du courant diphasé à 400 volts, correspondant à 565 volts pour le courant continu. Cette dernière transformation est obtenue au moyen de deux convertisseurs rotatifs de 250 kilowatts chacun.

On a l'intention, pour uniformiser la charge, d'installer, à Riverview, une batterie d'accumulateurs qui recevra le courant des convertisseurs lorsque le trafic est faible, et qui alimentera les feeders dans les moments de surcharge.

L'auteur termine en donnant quelques renseignements relatifs à l'exploitation de cette nouvelle ligne de tramways.

**Traction des tramways par l'air comprimé à New-York.** — La Compagnie du Metropolitan Street Railway de New-York a fait choix du mode de traction par l'air comprimé pour les lignes de son réseau qui traversent les quartiers aristocratiques de la ville, afin de n'avoir pas à installer de conducteurs et pour éviter le bruit désagréable des voitures électriques.

D'après les renseignements fournis par l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, dans son numéro d'avril, l'usine génératrice comporte un moteur à vapeur vertical compound à deux cylindres, de 1 000 chevaux actionnant directement deux pompes étagées, permettant de comprimer l'air en quatres phases jusqu'à 169 atmosphères; la pression de la vapeur est de 10$^{k}$6. Afin de refroidir l'air comprimé, celui-ci est envoyé dans des tubes et dans des serpentins entourés d'eau froide constamment renouvelée.

Les voitures, du poids de 9,5 tonnes, reposent sur deux essieux commandés séparément par quatre cylindres, dont deux à haute et deux à basse pression. L'air est emmagasiné dans trois réservoirs soudés de 6$^{m}$84 de longueur et de 0$^{m}$235 de diamètre extérieur, essayés à une pression triple de celle qu'ils doivent supporter normalement, soit 500 atmosphères environ. A sa sortie de ces réservoirs, l'air passe dans un cylindre réchauffeur contenant de l'eau chaude à une température de 197°. Le calorique qu'il emprunte lui permettra de ne pas se refroidir pendant la détente, laquelle se produit de 169 à 22,5 atmosphères. L'air entraîne aussi une certaine quantité d'eau chaude dont la présence facilite l'étanchéité des conduites et qui, se vaporisant pendant la détente dans les cylindres, donne une augmentation de la pression moyenne durant cette période. La quantité d'air emmagasinée suffit à la consommation d'un parcours d'au moins 24 kilomètres.

**Les joints des rails de tramways.** — Dans les *Mitth. des Ver. für die Förderung des Local- und Strassenbahnwesens*, du mois de mai, M. P. Fischer fait une étude des divers systèmes de rails de tramways et de leurs éclissages.

Les défectuosités des joints des rails de tramways, qui avaient paru supportables, avec la traction animale, se sont accentuées dès que l'on adopté la traction mécanique à vapeur ou électrique.

L'auteur décrit quelques-unes des solutions récemment préconisées pour l'obtention de joints meilleurs et l'atténuation des trépidations et des chocs dus au passage des voitures sur ces joints. Il insiste notamment sur les dispositions adoptées par la Compagnie « Phénix » à Laar, près de Ruhrort, sur le Rhin, et par les Sociétés des tramways de Berlin, Hambourg et Leipzig. Cette étude se termine par quelques considérations sur la qualité du métal qui doit être employé aujourd'hui pour la fabrication des rails de tramways. Alors qu'il y a dix ans, on se contentait d'une résistance par unité de section de 50 kilogr., il serait actuellement désirable que cette résistance unitaire pût atteindre 70 à 80 kilogr. La densité du métal doit également entrer en ligne de compte et, comme pour les rails de chemins de fer, on doit s'attacher à ce qu'il ne présente pas de soufflures.

### TRAVAUX PUBLICS

**Construction spéciale de ponts et de viaducs dans la Pennsylvanie occidentale (États-Unis).** — La Keystone Bridge C° vient de construire un grand nombre de ponts et de viaducs métalliques sur des lignes de chemins de fer traversant les régions productrices d'acier de la Pennsylvanie occidentale. L'une des nouvelles lignes, dont la longueur est de 72 kilom., comporte 20 ponts et viaducs, tandis qu'une ligne de jonction en compte onze. Ces ouvrages devant être exécutés avec la plus grande rapidité et la plus grande économie possibles, leurs projets ont tous été faits simultanément de façon à obtenir l'uniformité dans le travail tant à l'atelier que sur place. Quant aux détails de construction et aux méthodes d'érection adoptées, la description détaillée en est donnée dans l'*Engineering Record*, des 28 avril, 19 mai et 2 juin.

Le poids total de tous ces ponts et viaducs représente 20 000 tonnes de métal; et ils sont construits pour supporter des trains formés exclusivement de wagons d'acier pesant 45$^{t}$4.

Les viaducs se composent, en général, de travées de 12 à 24 mètres de portée, en poutres à âme pleine, supportées par des piles de 4$^{m}$50 à 37 mètres de hauteur, ces piles étant formées de quatre montants inclinés, convenablement contreventés et entretoisés.

Le montage s'est effectué habituellement en porte-à-faux, les matériaux arrivant par la partie de la voie et de l'ouvrage déjà construite, parce que le fond de la vallée n'était, en général, pas praticable pour l'amenée à pied d'œuvre des charpentes en fer.

Après avoir décrit le type général de construction adopté, l'auteur précise certains points concernant les ouvrages les plus intéressants.

### DIVERS

**Madagascar au point de vue économique.** — Dans une intéressante conférence faite à la *Société de Géographie commerciale* et insérée dans le *Bulletin* de cette Société (t. XXI, n$^{os}$ 9 et 10), M. Lallier du Coudray, directeur des Affaires civiles à Madagascar, après avoir rappelé succinctement les événements qui ont fait entrer cette colonie dans le domaine de la France, en expose la situation au point de vue du commerce, de l'industrie, des mines, de l'agriculture, de l'élevage et des forêts.

Dans chacune de ces questions le conférencier compare le passé et le présent et, se basant sur de logiques probabilités, entrevoit l'avenir économique réservé à notre possession.

Le commerce de Madagascar, peu considérable avant notre occupation, se faisait presque exclusivement avec l'Angleterre et l'Amérique. Depuis 1890, le mouvement commercial a triplé et s'est accru de 1896 à 1898 de plus de 50 %; de plus, la France est passée du dernier au premier rang de ce mouvement. L'application générale du tarif maxima des douanes en est l'une des causes, mais en favorisant ainsi l'industrie métropolitaine la colonie fait un sacrifice annuel de deux millions. Le commerce d'exportation a progressé moins rapidement que celui d'importation. M. Lallier du Coudray estime que le nombre des commerçants installés à Madagascar est actuellement suffisant pour assurer les besoins.

Le mouvement industriel est encore modeste dans notre colonie, tous les efforts ayant tendu jusqu'ici à perfectionner les procédés malgaches et à former de bons ouvriers indigènes par l'enseignement professionnel largement répandu. Les industries touchant au bâtiment et au vêtement, l'industrie de la soie notamment, offriront de sérieuses chances de succès.

S'occupant ensuite de la richesse minière, l'auteur constate, qu'à Madagascar, l'or se présente non en filons mais en alluvions, ce qui exclue l'emploi des machines perfectionnées et explique les résultats satisfaisants obtenus par les exploitations faisant le travail à main d'homme. La difficulté de se procurer la main-d'œuvre est une entrave pour les exploitants, ainsi que l'état encore incomplet des voies de communication.

De grands progrès ont été réalisés au point de vue agricole; la création de jardins d'essais a permis de déterminer les cultures nouvelles qu'il convenait d'entreprendre; une grande extension a été donnée à la culture du riz.

L'élevage des bœufs, des moutons, des porcs, de la volaille paraît devoir être très avantageux; celui des chevaux plus accessoire.

Le massif forestier de Madagascar, qui peut être évalué à 10 ou 12 millions d'hectares, n'est pas encore régulièrement exploité.

M. du Coudray complète cette étude par d'utiles renseignements touchant l'obtention des concessions, les voies de communications déjà exécutées, celles dont la nécessité se fait sentir, telle la création d'un chemin de fer reliant la côte au plateau central, et la situation financière de notre jeune colonie qui est très satisfaisante, le budget de 1898 s'étant soldé avec un excédent de 2 527 000 francs.

**Nouveau procédé de conservation des bois.** — Dans les *Proceedings* (mai 1900; vol. XXVI, n° 5) de la Société des Ingénieurs civils américains, M. F.-A. Kummer décrit un nouveau procédé de conservation des bois.

Les expériences qui ont été faites et la voie qui a été suivie dans la recherche de ce nouveau procédé l'ont été dans le but de perfectionner l'ancien procédé du créosotage, dont l'application se heurte à un certain nombre de difficultés pratiques, en particulier, dans le cas des traverses de chemins de fer.

Il existe, comme on le sait, deux causes de détérioration des bois : 1° la fermentation de la sève qu'ils contiennent, fermentation qui est causée par les germes contenus dans la sève; 2° l'introduction de germes provenant de l'extérieur, par l'action de l'air et de l'eau.

Pour traiter une traverse d'une façon satisfaisante pour sa conservation, il faut donc d'abord la stériliser de part en part, en enlevant, en même temps, autant que possible, l'humidité qu'elle contient, mais sans altérer la fibre du bois. De cette façon, la fermentation ne pourra plus venir de l'intérieur. Il faut, en outre, empêcher les germes de l'extérieur de pénétrer, ou leur offrir des conditions très défavorables à leur développement. On doit d'ailleurs faire en sorte que l'antiseptique injecté ne puisse pas être enlevé par les agents extérieurs, et que, si la pièce de bois doit être soumise à des efforts d'écrasement, comme une traverse de chemin de fer, elle résiste mieux à ces efforts après son imprégnation qu'avant.

Le traitement proposé, pour obtenir ces résultats, par M. Kummer, consiste à chauffer progressivement la traverse à 102° C, puis à porter ensuite sa température jusqu'à 141° en la soumettant à une pression croissant jusqu'à 6$^{kg}$3; on la laisse refroidir, on fait le vide jusqu'à 0$^{m}$66; on ajoute le liquide antiseptique et on fait agir la pression; l'absorption est de 3$^{kg}$60 à 4$^{kg}$50; enfin on soumet la traverse à l'action d'un lait de chaux sous pression.

Le mélange antiseptique employé se compose de 38 % d'huiles lourdes, 2 % de formaldéhyde et 60 % de résine fondue, en poids. La résine sert à rendre le mélange absolument résistant et imperméable à l'eau; le formaldéhyde augmente ses propriétés antiseptiques.

**Fabrique de ciment de la Lawrence Cement C° of Pennsylvania (États-Unis).** — Dans l'*Engineering Record*, du 12 mai, MM. Lathbury et Spackman font une description détaillée de la fabrique de ciment de la Lawrence Cement C° de Pennsylvanie.

Cette installation a été faite de façon à assurer dans toutes les phases de la fabrication, la manutention mécanique des matériaux, de façon à réduire les dépenses au minimum. C'est à ce point de vue surtout qu'il est intéressant de suivre les auteurs dans leur description.

L'usine fabrique non seulement le ciment de Portland, mais aussi le ciment naturel.

La force motrice y est produite par une machine à vapeur cross-compound à condensation de 1 200 chevaux et une machine tandem à condensation de 170 chevaux. Un compresseur d'air Ingersoll-Sergeant de 400 chevaux fournit l'énergie motrice aux carrières. On a d'ailleurs prévu l'addition possible de 2.000 chevaux.

Une dynamo de 75 kilowatts assure l'éclairage de l'usine et fournit le courant aux électromoteurs employés dans les salles d'emballage, dans l'atelier de réparation, etc.

Cette fabrique fonctionne depuis le mois d'octobre 1899.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 10. **N° 943.** Samedi 7 Juillet 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars, à Paris. Travaux de la partie comprise entre Courcelles et Passy *(planches XIV et XV)*, p. 161; A. Dumas. — **Chimie industrielle** : Mouvement et progrès de l'industrie chimique dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France *(suite)*, p. 172; Léon Guillet. — **Exposition de 1900** : Passerelles réunissant entre elles les différentes parties de l'Exposition, p. 173. — **Variétés** : Prix de revient du cheval-heure effectif obtenu par les moteurs à gaz des hauts fourneaux, p. 176; Aug. Dutreux. — **Exposition de 1900** : Le Jury des récompenses. Liste complémentaire des membres français du Jury, p. 177; — Le Jury supérieur des récompenses, p. 178; — Nominations des Bureaux des Jurys de Groupe, p. 178. **Sociétés savantes et industrielles.** — Académie des Sciences (25 juin 1900), p. 179. — **Bibliographie** : Revue des principales publications techniques, p. 179; — Ouvrages récemment parus, p. 180. — **Informations** : III° Concours des Voitures de place automobiles et des Voitures de livraison, p. 180; — Statistique des Tramways aux États-Unis et au Canada pour 1898 et 1899, p. 180.

*Planches XIV et XV* : Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars. Détails des ouvrages d'art.

## TRAVAUX PUBLICS

### LIGNE DE COURCELLES AU CHAMP-DE-MARS, A PARIS

**Travaux de la partie comprise entre Courcelles et Passy.**

*(Planches XIV et XV.)*

Nous avons indiqué tout récemment dans le *Génie Civil* [1] les conditions générales d'établissement de la ligne de Courcelles au Champ-de-Mars et décrit en détail la seconde partie de cette ligne, s'étendant de Passy au Champ-de-Mars.

Il nous reste à donner également quelques détails sur les travaux exécutés par la Compagnie de l'Ouest pour créer la nouvelle ligne, dans la partie comprise entre la station de Courcelles-Ceinture et celle de l'Avenue du Trocadéro; c'est ce que nous allons faire aujourd'hui.

Au lieu d'avoir un tracé propre et indépendant, comme dans la seconde partie de son trajet, la ligne Courcelles-Champ-de-Mars a été obtenue, entre les deux stations ci-dessus (fig. 2), en portant de deux à quatre les voies de la ligne Auteuil-Ceinture. Cette opération d'élargissement de la tranchée et des souterrains primitifs a donné lieu à des travaux extrêmement délicats, par suite des innombrables sujétions résultant : d'une part, de l'obligation de ne pas interrompre un trafic exceptionnellement intense et donnant lieu, tant dans un sens que dans l'autre, à un passage d'environ 400 trains par 24 heures; d'autre part, de la nécessité de n'entraver que le moins possible la circulation sur les nombreuses voies publiques qui franchissent, par des passages supérieurs, les tranchées dans lesquelles s'exécutaient lesdits travaux d'élargissement.

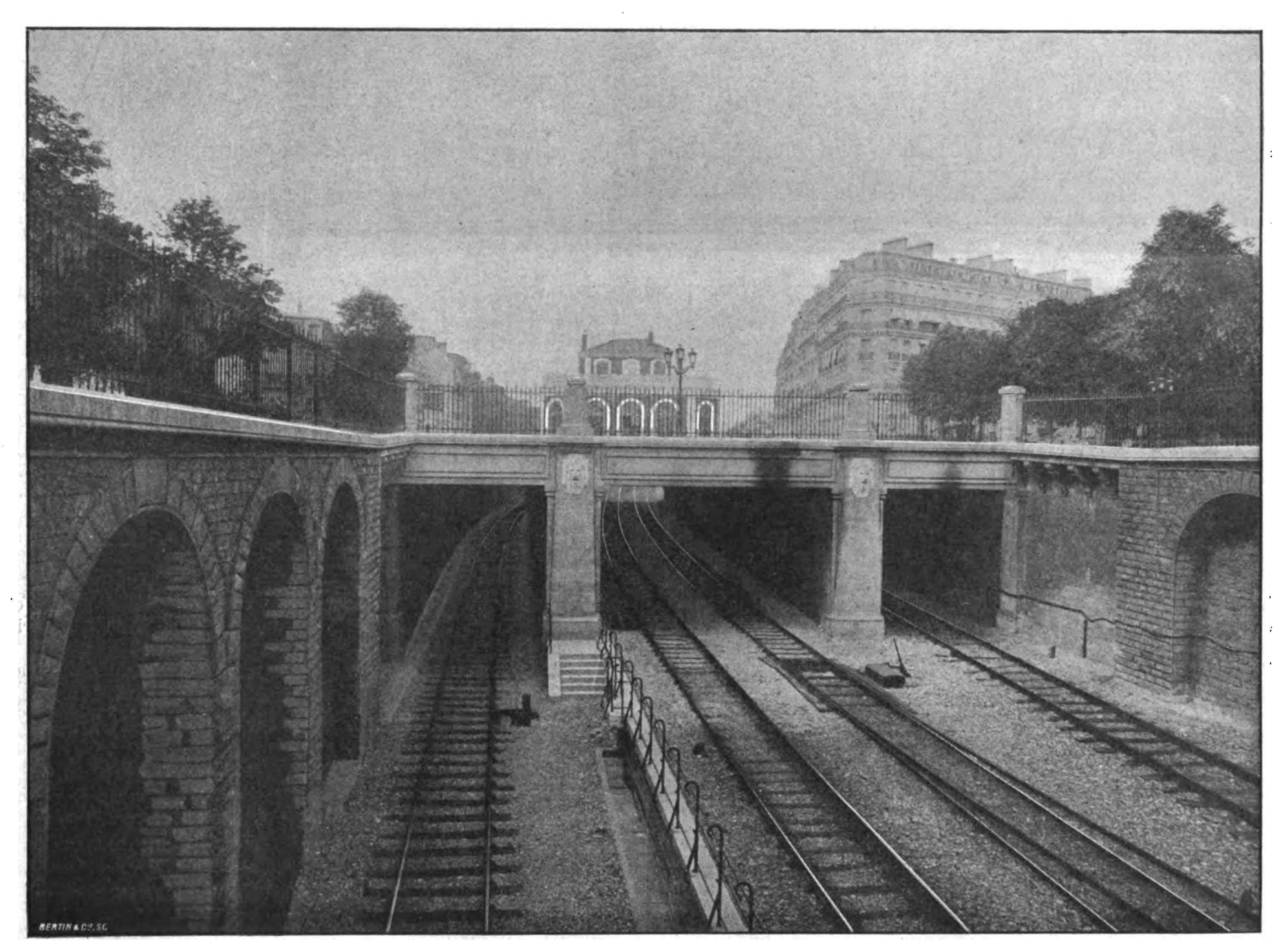


Fig. 1. — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Tête, du côté de Passy, du souterrain élargi sous l'avenue Henri-Martin.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 5, p. 69.

Ainsi que nous l'avons déjà précédemment signalé ([1]), l'élargissement de la tranchée primitive a été effectué tantôt des deux côtés et tantôt d'un seul (fig. 2).

Entre les stations de Courcelles et Neuilly-Porte-Maillot cet élargissement a été obtenu en remplaçant les talus à 45° de la tranchée par des murs de soutènement verticaux qui ont permis de gagner l'emplacement des nouvelles voies (fig. 3). En certains points il a été nécessaire, par suite du manque d'espace, de disposer les trottoirs du boulevard Pereire en encorbellement; ces trottoirs ont alors été exécutés en béton armé, ainsi que les consoles les supportant (fig. 4).

Entre la porte Maillot et la station de l'Avenue du Bois-de-Boulogne, l'élargissement de la tranchée a été, au contraire, réalisé tout entier du côté des fortifications, afin d'éviter les expropriations onéreuses qu'aurait nécessitées un élargissement du côté des habitations (fig. 5).

Enfin, entre l'Avenue du Bois-de-Boulogne et la station de l'Avenue du Trocadéro, l'élargissement a été de nouveau réalisé en remplaçant les deux talus de l'ancienne tranchée par des murs de soutènement verticaux.

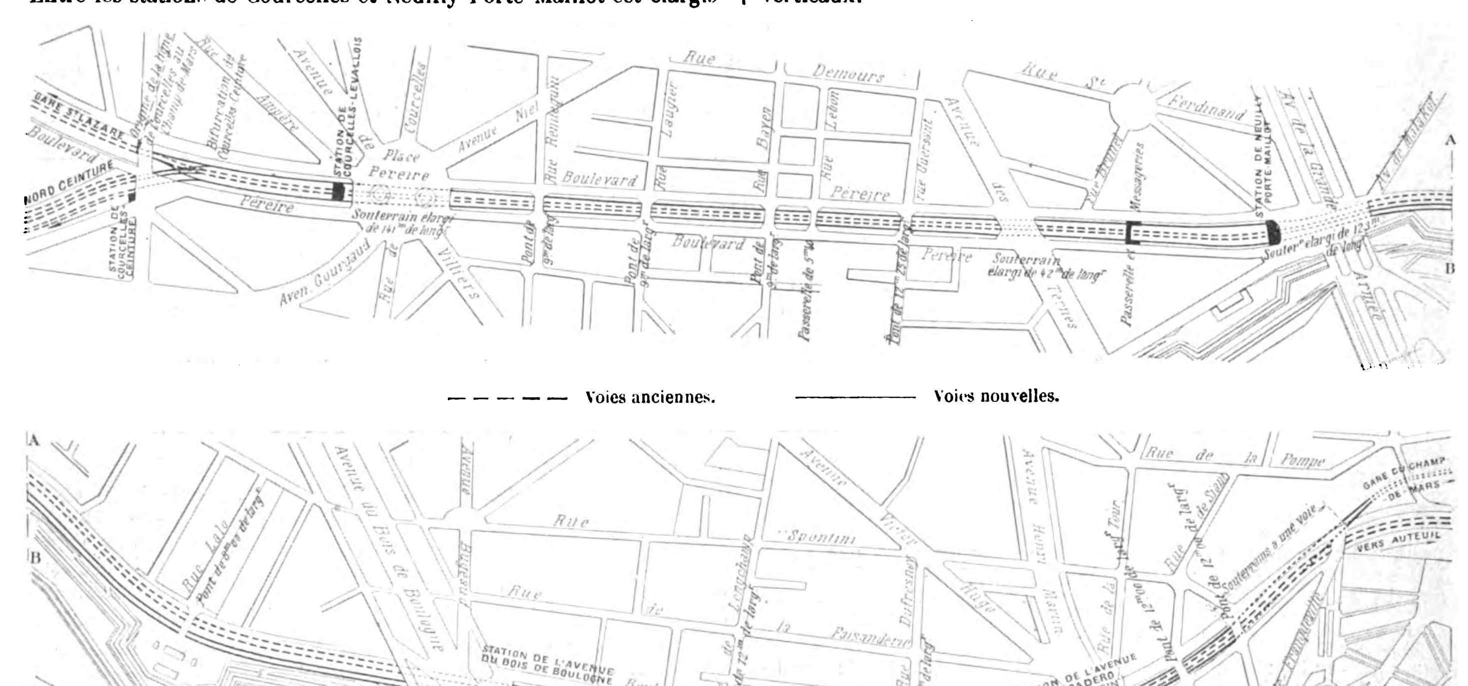



Fig. 2. — Plan général du doublement des voies entre Courcelles et Passy.

En outre des huit ponts et des cinq souterrains rencontrés entre Courcelles et Passy, l'élargissement de la ligne a conduit à modifier considérablement ou même à reconstruire entièrement les stations intéressées, au nombre de cinq, savoir : Courcelles-Ceinture, Courcelles-Levallois, Neuilly-Porte-Maillot, Avenue du Bois-de-Boulogne et Avenue du Trocadéro (station dénommée depuis Avenue Henri-Martin).

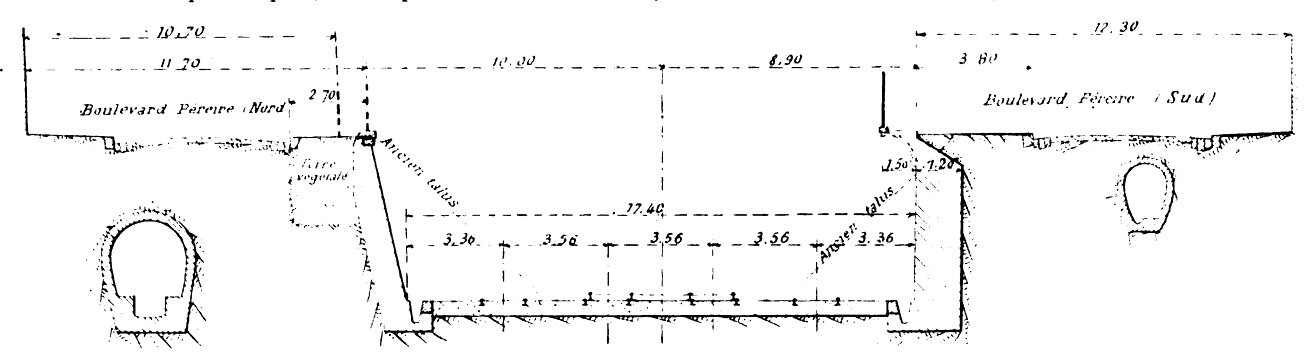



Fig. 3 et 4. — Demi-profils en travers entre la place Pereire et l'avenue des Ternes.

La station de Courcelles-Ceinture avait, pour bâtiment des voyageurs, une passerelle établie au-dessus des voies de l'embranchement du chemin de fer de Ceinture, et qui a été atteinte par le remaniement de ces voies. Il en est résulté l'obligation de construire un nouveau bâtiment, qui a son accès à l'angle nord du pont Brémontier et

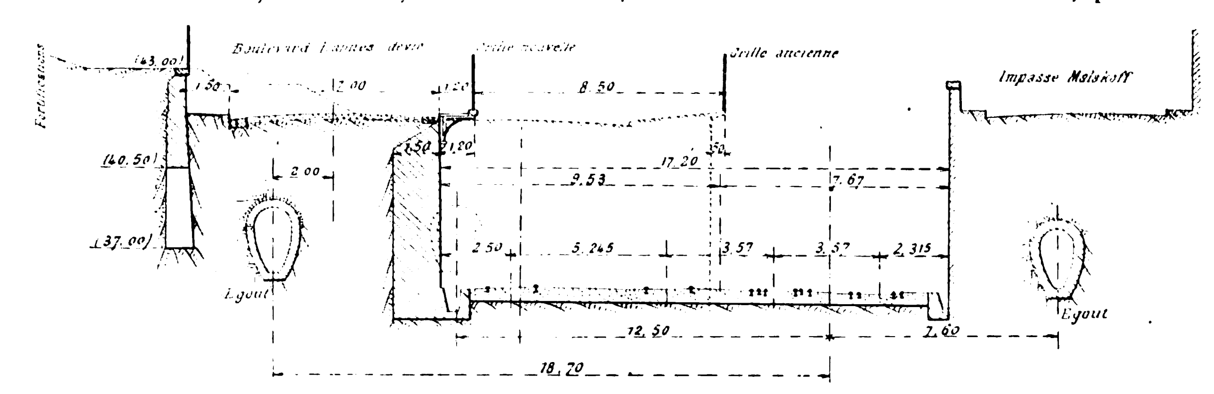



Fig. 5. — Coupe de la tranchée à la sortie du souterrain de l'avenue de la Grande-Armée, du côté d'Auteuil.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 1, p. 1 et t. XXXVII, n° 5, p. 69.



qu'une passerelle supérieure met en communication avec les quais de la Ceinture.

Les quatre autres stations, appartenant à la ligne d'Auteuil, étaient construites sur un type unique (fig. 7) : bâtiment à cheval sur les voies, donnant accès par deux escaliers aux quais établis latéralement. La transformation de ces stations s'est faite suivant un type également uniforme, dont le schéma (fig. 8) s'obtient en ajoutant à celui du type primitif deux voies extérieures aux quais, qui deviennent des quais doubles, desservant chacun deux voies.

Il a été jugé nécessaire que les deux voies bordant un même quai fussent toujours parcourues par des trains de même sens, de façon que les trains d'une voie pussent suppléer ceux de l'autre pour les parcours communs, c'est-à-dire entre Saint-Lazare, Paris-Nord ou même la Ceinture rive droite d'une part, et la station Henri-Martin d'autre part. Les trains qui circulent normalement sur une voie pourraient même, en cas de besoin, être temporairement lancés sur l'autre, au moyen de communications en bretelle établies à l'embranchement de Courcelles et à la sortie de la station Henri-Martin.

voir, la reconstruction totale de la station de l'Avenue du Bois-de-Boulogne. Mais elle permet à tout voyageur de prendre, sans avoir à changer de quai, le premier train passant qui peut lui convenir.

Pour épargner aux voyageurs partants qui se sont trompés d'escalier (fait qui se produira toujours pour un certain nombre d'entre eux) l'ennui de rentrer dans le bâtiment pour changer de côté, des passerelles extérieures, dominant les voies centrales, sont accolées à ce bâtiment du côté des quais. Ces passerelles (fig. 2 et 8, pl. XIV), qui seront couvertes, sont construites en béton armé.

En outre, les quais bas des anciennes stations sont remplacés par des quais hauts donnant accès de plain-pied dans les voitures (fig. 5 du texte et 9 pl. XIV).

Toutes ces nouvelles dispositions sont très appréciées du public, ainsi que l'établissement, sur les quais, d'élégantes marquises entièrement vitrées et de bancs nombreux et commodes (fig. 9 et 10).

A la station de Courcelles-Levallois, ces dispositions générales sont complétées par un passage souterrain mettant en communication les quais de cette station avec ceux de Courcelles-Ceinture.

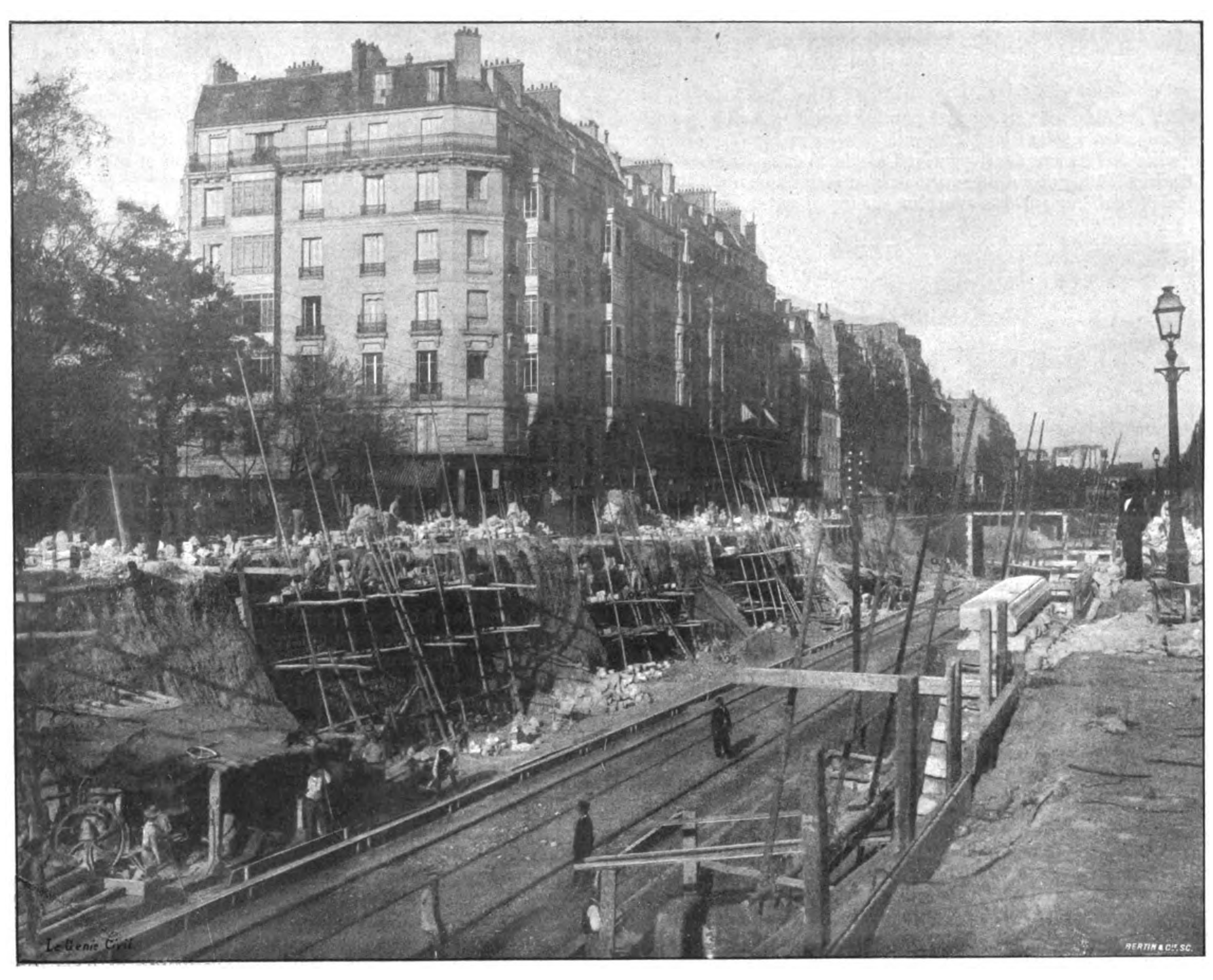



Fig. 6. — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Construction des murs de soutènement par tronçons discontinus sur le boulevard Pereire-Nord.

En fait, l'affectation des voies en service normal est la suivante, en partant du sud ou du centre de Paris :

*Voie n° 1 :* trains allant au Champ-de-Mars ;
*Voie n° 2 :* trains allant à Auteuil et Ceinture (rive gauche) ;
*Voie n° 3 :* trains allant à Saint-Lazare ;
*Voie n° 4 :* trains allant à la Ceinture (rive droite).

En définitive, on voit donc que les trains s'éloignant de la gare Saint-Lazare, ou plutôt de Courcelles-Ceinture, prennent les voies de gauche dites voies descendantes, tandis que les trains se dirigeant vers cette gare prennent les deux voies de droite, dites voies montantes.

Cette combinaison a été coûteuse, car elle a nécessité, comme nous l'avons expliqué précédemment [1], le passage de la voie n° 4, sous les voies intermédiaires nos 2 et 3, c'est-à-dire sous les voies d'Auteuil-Ceinture, pour rejoindre la voie n° 1 et, en outre, comme on va le

A la station de Neuilly-Porte-Maillot (fig. 10 du texte et fig. 1 à 6, pl. XIV), point le plus étranglé de la ligne et des boulevards latéraux, l'élargissement n'a pu se faire par voie d'encorbellement, et on a rétabli chaque boulevard sur un véritable tablier couvrant la voie latérale et la moitié du quai. Ces tabliers, qui ont environ 200 mètres de longueur de chaque côté, sont construits dans le système spécial que nous décrirons plus loin et qui a également été adopté pour les ponts et les parties sous chaussées des couvertures de tunnels. La surface supérieure de ces tabliers s'étend d'ailleurs, vers les voies, plus loin que la limite des trottoirs des boulevards ; une partie de l'espace rendu ainsi disponible au niveau de la voie publique sera affecté à l'établissement de constructions légères (remise pour messageries, garage de bicyclettes, etc.) appropriées aux besoins spéciaux du quartier.

En raison de l'affluence du public les jours de course et pendant la foire de Neuilly, une seconde entrée est créée dans cette station, à l'extrémité vers Saint-Lazare, au moyen d'une passerelle où se fera aussi le

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 1, p. 1 ; n° 26, p. 417 et t. XXXVII, n° 5, p. 69.

service des bagages, avec monte-charges en rapport direct avec le point de stationnement des fourgons.

On se rappelle que le service des bagages et des messageries, important à la station de Neuilly, se faisait autrefois sur les quais, d'où un encombrement pénible pour le public. Les nouvelles installations, largement prévues, sont en rapport avec les besoins de cette station la plus importante de la ligne d'Auteuil, et naguère la moins commode, par suite de l'énorme développement de clientèle.

Fig. 7. — Schéma d'une ancienne station.

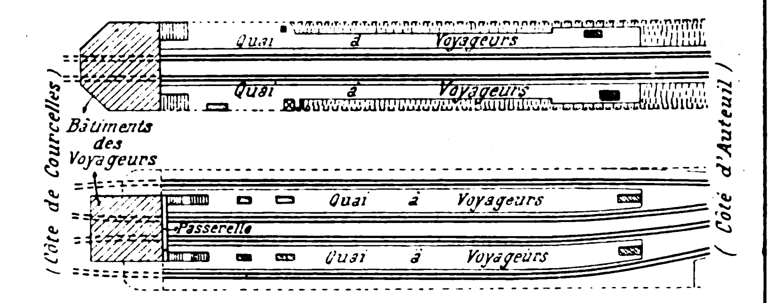



Fig. 8. — Schéma d'une nouvelle station.

L'ancien bâtiment a dû être reconstruit; le tracé des voies obligeant à démolir entièrement le souterrain sur lequel passe l'avenue de la Grande-Armée, à l'endroit où il supportait ce bâtiment; on en a profité pour augmenter le nombre et le dégagement des guichets.

La reconstruction du bâtiment s'est également imposée à la station suivante, celle de l'Avenue du Bois-de-Boulogne, mais pour un motif différent : l'élargissement de la ligne, bilatéral sur les sections extrêmes, ne pouvait être qu'unilatéral et extérieur à la Ceinture sur la section centrale (Neuilly à l'avenue du Bois) où le côté intérieur de la ligne est bordé d'importantes propriétés particulières. Dans ces conditions, l'ancien bâtiment cessait d'être à cheval sur les voies centrales de la station, et le plan-type admis par la Compagnie n'aurait pu être réalisé. Cette unique exception a paru de nature à dérouter le public et à créer quelque danger, et on a préféré sacrifier le bâtiment, ce qui a permis d'en édifier un autre beaucoup plus élégant, vraiment en rapport avec la splendeur de l'avenue du Bois.

Telles sont les dispositions essentielles du doublement des voies entre Courcelles et Passy. Il nous reste à donner un aperçu de son exécution, particulièrement intéressante en raison des difficultés tout à fait exceptionnelles qu'elle a présentées et dont aucun travail antérieur, dans Paris, ne pouvait donner la mesure ; car ici, on avait affaire à un chantier ininterrompu de près de quatre kilomètres de longueur dont toutes les parties se commandaient à tel point qu'un changement même léger, apporté à l'implantation d'un seul ouvrage, se répercutait généralement sur la totalité de la ligne.

**Exécution des travaux.** — Terrassements. — L'organisation des terrassements était un problème des plus ardus. Deux moyens se présentaient pour évacuer les déblais : l'enlèvement par le chemin de fer et le transport en tombereaux sur la voie publique.

Le premier moyen eût donné beaucoup d'aisance si l'on avait eu la libre disposition des voies ferrées ; mais la Compagnie de l'Ouest a tenu avant tout à n'apporter aucune réduction au nombre des trains et aucun changement aux horaires. Or, dans le jour, les trains se succèdent *sur chaque voie*, à des intervalles variant de 5 à 15 minutes, même pendant la nuit ; ce n'est qu'entre 1 heure et 4 heures 1/2 du matin que les voies sont libres pour des trains de matériaux. Dans ces conditions, on ne pouvait évidemment enlever chaque nuit qu'un cube assez restreint.

Quant à l'enlèvement des déblais par tombereau, il ne pouvait pas non plus se faire en grand sans encombrer la voie publique et détériorer les chaussées.

On s'est arrêté à l'emploi du chemin de fer pour les terrassements en voie courante, et à celui des deux modes de transport simultanés pour les masses de déblai concentrées des stations et des souterrains. On s'est arrangé pour que le transport par wagons pût fonctionner à peu près sans interruption pendant toute la durée des travaux, de manière à compenser par la régularité de sa marche la faiblesse du cube journalier. En outre, pour augmenter ce cube, on a fait faire des plates-formes spéciales pouvant porter normalement un chargement de 20 tonnes.

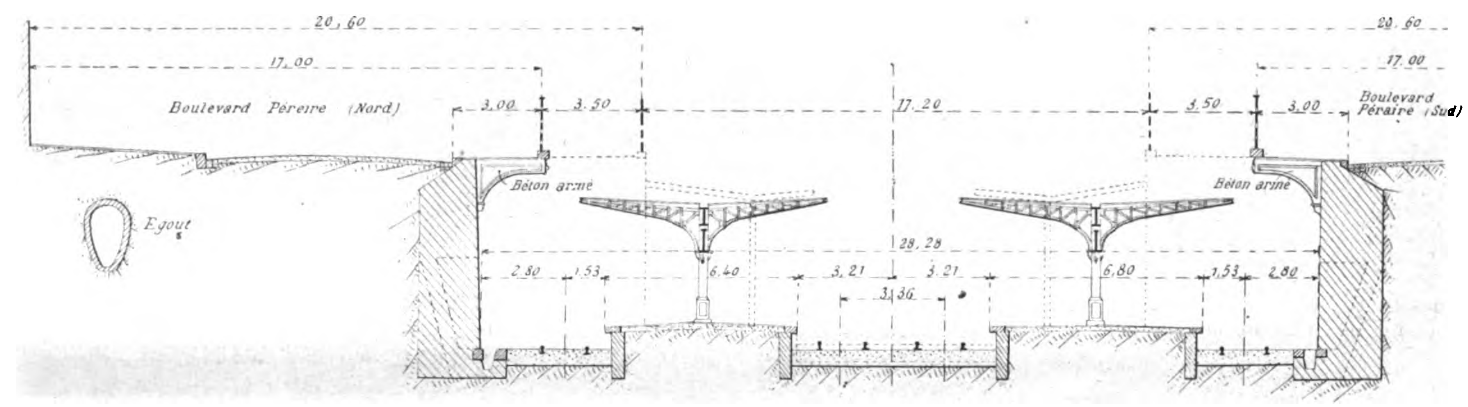



Fig. 9. — Profil en travers sur les quais à voyageurs de la station de Courcelles-Levallois.

Les terres enlevées en wagon ont dû être transportées, d'un côté aux Moulineaux, de l'autre jusqu'à Rueil. Ces longs parcours sont nécessaires pour se débarrasser, à Paris, de masses de terre aussi importantes quand on ne dispose pas, comme ont pu le faire la Compagnie des chemins de fer d'Orléans et le Métropolitain, d'un accès à la Seine permettant l'enlèvement économique par bateaux.

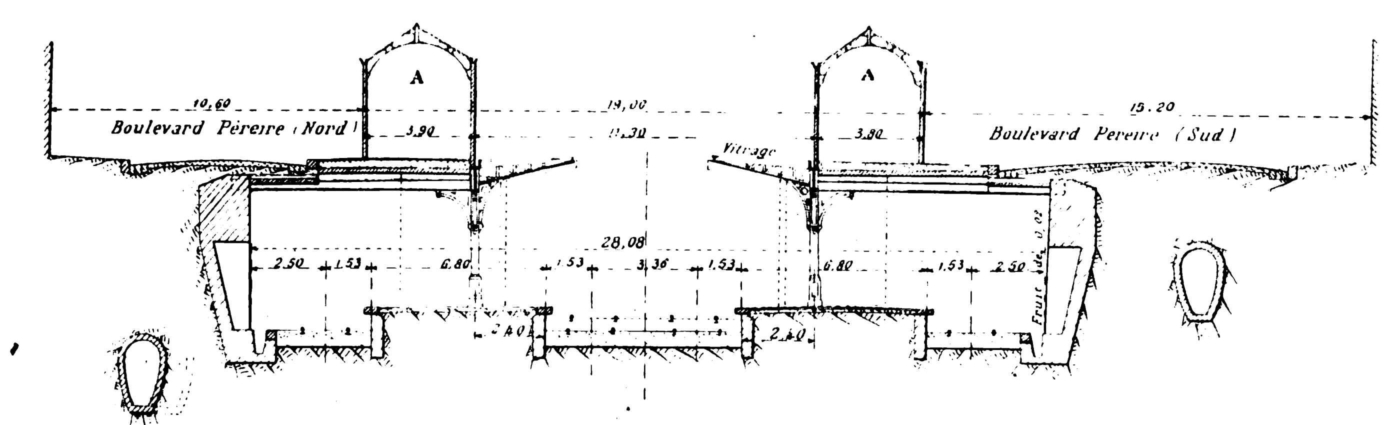



Fig. 10. — Profil en travers dans la station de Neuilly-Porte-Maillot (coupe suivant AB de la figure 13).

Au début de l'élargissement de chaque tranchée, une grande difficulté se présentait : l'absence de tout espace libre en dehors des voies ; aussi ne pouvait-on faire le chargement des déblais que pendant les trois heures d'arrêt des trains réguliers. Une série de trains composés de plates-formes vides étaient amenés rapidement, à une heure et demie du matin, devant les points d'attaque des talus, une armée de terrassiers en effectuait le chargement en deux heures et

demie, avec les terres piochées sur place pendant le jour ; puis tous ces trains étaient évacués d'urgence par les deux extrémités de la ligne.

Ce régime a continué jusqu'au moment où les espaces déblayés ont permis l'établissement d'un certain nombre de voies de garage, branchées sur les voies principales ; alors le travail a pu entrer dans une seconde phase, plus productive : celle du chargement de jour sur trains garés. Les manœuvres de nuit, toujours limitées à la même durée d'environ trois heures, consistaient désormais : à introduire sur la ligne une série de trains vides ; à remplacer sur chaque garage, le train rempli pendant le jour par un train vide ; enfin, à évacuer les trains pleins jusqu'à Grenelle et à Batignolles avant la reprise du service régulier.



Fig. 11. — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Station de l'avenue du Bois-de-Boulogne (vue du côté de Courcelles).

Mais ces garages ne pouvaient régner tout le long des voies exploitées par suite des différentes sujétions imposées par les ouvrages d'art sous lesquels passent les voies. Il fallait donc un moyen de transport spécial des points d'attaque des tranchées aux plates-formes en chargement : on s'est servi de voies Decauville de 0m50 de largeur sur lesquelles les wagonets étaient remorqués à bras d'hommes, quelquefois même à traction de chevaux lorsque cela pouvait se faire sans imprudence. L'établissement de ces petites voies a rencontré, au début, la même difficulté que celui des garages : le manque de place pour les loger ; et même cette place supposée faite en deçà et au delà du garage, elle paraissait impossible à créer le long du garage même ; on a tourné la difficulté de deux manières.

La figure 16 représente le schéma du chantier installé entre la rue Laugier et la rue Bayen.

Dans le plus grand nombre des chantiers, la petite voie a été posée sur une estacade au-dessus de la grande ; ces estacades ont été accrochées, suivant l'avancement des travaux, à des pilotis enfoncés solidement dans les talus ou à la maçonnerie des murs de soutènement.



Fig. 12. — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Station de l'avenue du Bois-de-Boulogne (vue du côté d'Auteuil).

Pour un certain nombre de garages, on n'a pas construit d'estacades et la petite voie a été posée directement sur les plates-formes à charger ; il va sans dire qu'on devait alors l'enlever et la remettre en place toutes les nuits.

La présence des ponts, dont l'ouverture était strictement suffisante pour les voies exploitées, créait un obstacle au passage des voies de chargement : on a dû, en conséquence, faire passer ces petites voies dans des galeries traversant les culées de cinq de ces ponts ; pour l'un d'eux, le pont Laugier, c'est même la voie de garage des grandes plates-formes qu'il a fallu faire passer à travers la maçonnerie.

Ouvrages d'art. — La construction des ouvrages d'art a présenté encore plus de difficultés que l'exécution des terrassements, ainsi qu'on pourra s'en rendre compte par les quelques indications que nous allons donner à cet égard.

Les murs de soutènement ont dû être construits partout en fouille avec très peu de *pied* pour les étais ; or les deux tiers des terrains à fouiller étaient sableux (sables de Beauchamp) par conséquent sujets à couler derrière les blindages. Cet accident tendait surtout à se produire en certains points des boulevards Péreire Nord et Sud, où les éboulements étaient facilités par les tranchées latérales au chemin de fer ouvertes antérieurement pour la construction des égouts, et on a eu à craindre des mouvements qui auraient compromis les hautes maisons bordant ces boulevards de peu de largeur. Heureusement, grâce à des précautions minutieuses et à la vigilance constante du personnel des travaux, les déplacements du sol ont été fort restreints et n'ont jamais dépassé le trottoir opposé au chemin de fer, qui a légèrement avancé, notamment près du pont des Ternes, sans que le public s'en aperçût.

En pareil cas, les moyens d'action les plus efficaces étaient d'attaquer le mur par tronçons isolés et de monter chaque tronçon avec une extrême rapidité. Les ingénieurs et les entrepreneurs ont accompli là de véritables tours de force en construisant ces murs de 7 mètres de hauteur qui croissaient en quelques nuits, comme de gigantesques champignons, dans l'espace compris entre deux ponts successifs.

Un procédé de construction peu correct en apparence, mais dont on s'est très bien trouvé a consisté à élever d'abord le mur à épaisseur réduite sur presque toute sa hauteur ; on arrivait ainsi, avec un nombre de maçons limité par l'espace disponible, à réaliser plus rapidement la force de soutènement strictement nécessaire.

Dans le cas où un mur de soutènement devait en remplacer un

autre, ce qui se présentait dans les stations, on exécutait le mur nouveau avant la démolition de l'ancien (fig. 17, 18 et 19).

En voie courante, les murs sont à profil uniforme; comme ils sont assez inclinés, leur épaisseur est réduite et il n'y avait pas intérêt à les évider.

Au contraire, dans les stations et les souterrains, où les murs sont faites dans des moules différents à cause du non-parallélisme, en plan comme en élévation, du trottoir et des voies. Toutes ces inégalités ont dû être graduées d'après des épures minutieuses, pour être rendues insensibles.

*Reconstruction des ponts.* — La reconstruction des ponts servant

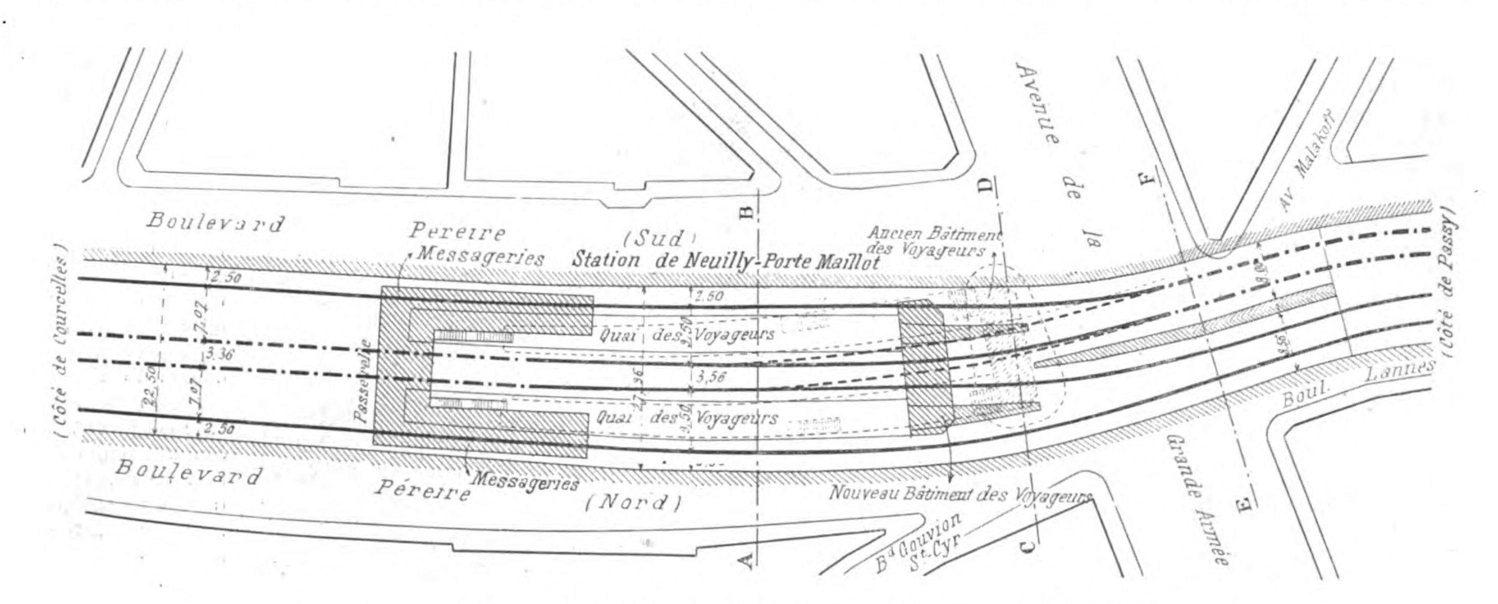



FIG. 13. — Plan des voies anciennes et nouvelles dans la station de Neuilly-Porte-Maillot.

Voies anciennes. Voies nouvelles.

verticaux, on les a traités avec des évidements importants pour réduire la durée d'exécution des maçonneries et l'encombrement de la fouille, surtout dans la partie basse où le chantier était côtoyé de près par les trains.

Dans les stations, les évidements sont obtenus par des arcades de 7 à 8 mètres d'ouverture, séparées par des piliers de 2 à 3 mètres de largeur et fermées par de simples masques en maçonnerie brute de 0m30 à 0m40 d'épaisseur.

FIG. 14. — Coupe en travers suivant CD (fig. 13) du souterrain de l'avenue de la Grande-Armée.

Dans les souterrains, les piédroits formant murs de soutènement sont traités d'une manière analogue. Les piédroits intermédiaires sont percés à jour par des baies de communication et d'aérage, qui ont été multipliées autant que cela a été compatible avec la solidité dans les parties conservées d'anciens piédroits, et surtout dans les parties reconstruites à neuf.

Les maçonneries des murs, comme celles des autres ouvrages d'art, ont dû se faire sans interruption en hiver, sans quoi elles n'eussent pu être terminées à temps. On y est parvenu grâce à un emploi général des mortiers à l'eau de soude, suivant la recette donnée dans ce journal (1) par M. l'Ingénieur en chef Rabut et dont il a vulgarisé la pratique sur les chantiers de travaux publics.

Les encorbellements ne pouvaient se construire en une seule fois : pour abréger l'occupation de la voie publique, on montait d'abord le mur à hauteur en ayant soin d'y intercaler, à leur place, tous les tirants, qu'on laissait pendre vers les voies; le mur fini et la circulation en partie rétablie, on moulait les consoles sur les tirants à l'aide d'un échafaudage.

Une des sujétions de ce travail a consisté dans l'inégalité de presque toutes les consoles : identiques en apparence, elles devaient être

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XI, n° 22, p. 178.

au passage des voies publiques a été combinée pour gêner le moins possible la circulation.

La Compagnie avait, dans le principe, été autorisée à couper un pont sur deux. Mais l'importance de la circulation sur plusieurs d'entre eux a conduit à restreindre bien davantage la durée de la suppression du passage.

On s'est arrangé d'abord pour construire les deux culées en maçonnerie du pont nouveau avant d'attaquer la démolition du tablier. A cet effet, on commençait par prolonger le tablier à chaque extrémité, au delà des culées primitives, jusqu'à l'emplacement des culées nouvelles, au moyen de poutres en bois assemblées aux poutres métalliques par des étriers et portant un plancher en bois (ce travail se faisait de nuit) (fig. 20). Puis on démolissait les murs de tête des culées anciennes, ne laissant subsister que les piédroits; on faisait la fouille (fig. 21), puis la maçonnerie des culées nouvelles et on les montait en sous-œuvre jusqu'à soutenir les abouts du tablier prolongé, qui portait ainsi sur deux culées neuves et deux piles intermédiaires formées par les piédroits des anciennes culées (fig. 22).

Ce n'est que lorsque les fers étaient approvisionnés qu'on supprimait le passage des voitures, laissant encore circuler les piétons sur un des trottoirs du pont. On démolissait alors de nuit les voûtins en briques de l'ancien tablier, en les faisant tomber sur la ligne, d'où les matériaux étaient de suite enlevés par wagons. La charpente métallique ancienne servait à mettre en place la nouvelle, qui reposait, au début, sur les quatre mêmes appuis. On établissait d'abord le passage des piétons sur un des trottoirs nouveaux, puis celui des voitures ; enfin on démolissait les deux appuis intermédiaires.

Le tablier étant monté ainsi avec sa portée divisée en trois, aucune

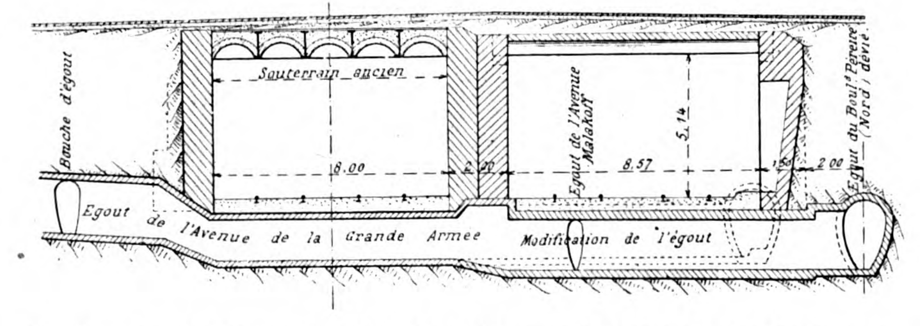



FIG. 15. — Coupe en travers suivant EF (fig. 13) du souterrain de l'avenue de la Grande-Armée.

opération scabreuse n'était à faire au-dessus des trains, et le système réunissait la sécurité à la rapidité.

*Transformation des souterrains.* — La transformation des souterrains a exigé des combinaisons fort différentes suivant les cas ; tous, cependant, ont été élargis à ciel ouvert. L'élargissement en galerie n'eût pu se faire pratiquement qu'au moyen du bouclier, vu le peu d'épaisseur laissé entre l'extrados et la voie publique ; mais la longueur de ces tunnels, qui varie de 50 à 200 mètres seulement, n'aurait pas permis de rattraper le temps perdu à la confection d'un bouclier ; d'autre part, le procédé n'eût pas été applicable aux deux principaux ouvrages (souterrains sous les avenues de la Grande-

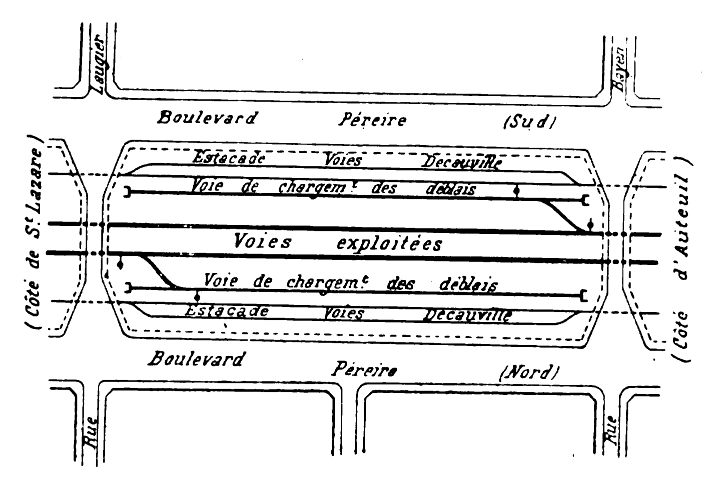



Fig. 16. — Établissement des voies de chargement des déblais.

Armée et du Bois-de-Boulogne) qui ont exigé une modification complète du plan primitif, une déviation importante des voies et le déplacement des bâtiments situés au-dessus d'eux.

Bien qu'on dût finalement ouvrir les fouilles au jour, on a trouvé avantage, non au point de vue de la dépense, mais à celui de la rapidité, à percer dans plusieurs de ces souterrains des galeries d'attaque préalables. On a ainsi utilisé le temps très long qui s'est écoulé avant que la Compagnie eût l'autorisation de travailler sur la voie publique. Dès qu'on a pu le faire, ces galeries préalables ont servi à évacuer très rapidement une partie des déblais qui étaient chargés par *entonnoirs* dans les wagons placés dans les galeries d'attaque, le reste étant enlevé par tombereaux.

Sous la place Pereire, l'avenue des Ternes et l'avenue Henri-

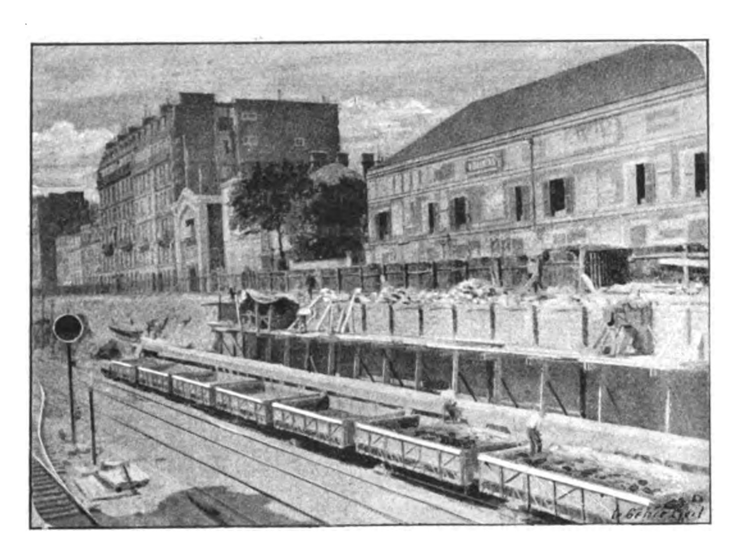


Fig. 17. — Construction des murs de soutènement en voie courante.

Voie de garage des grands wagons de terrassement surmontée de l'estacade de déchargement des wagonets, qui est elle-même surmontée d'un échafaudage pour la construction d'encorbellements en béton armé.

Martin, l'élargissement étant exclusivement bilatéral (fig. 24), on a construit deux souterrains à voie unique à droite et à gauche du souterrain ancien conservé (fig. 4 à 9, pl. XV). On a procédé par phases occupant successivement un certain nombre de parties de la voie publique, dont la distribution, arrêtée d'accord avec les Services municipaux, permettait d'assurer convenablement les divers courants de la circulation supérieure. On n'aurait pas eu à déplacer les voies anciennes s'il n'avait été nécessaire de les abaisser et de faire des réparations aux tabliers qui les recouvraient ; on a pu les enlever, une fois les voies nouvelles posées dans les passages latéraux.

Il n'en a pas été de même pour les souterrains sous les avenues de la Grande-Armée et du Bois-de-Boulogne (fig. 1 à 10, pl. XIV), dont la reconstruction a été presque complète et le plan entièrement modifié, parce que l'élargissement de ces ouvrages devait être bilatéral à une extrémité et unilatéral à l'autre (fig. 18 à 22). Cette même circonstance rendait nécessaire le raccord des voies anciennes avec les nouvelles, ce qui n'a pu se faire que grâce à une série de phases très nombreuses et très compliquées, comprenant des déplacements partiels et successifs de la circulation des trains. Chacune de ces opérations devait nécessairement s'accomplir en une nuit, pendant les trois heures d'interruption du service. La plupart de ces phases com-

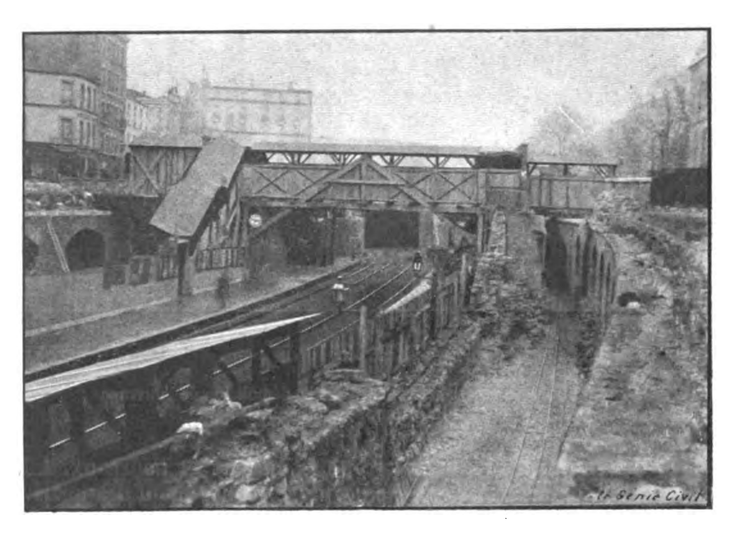


Fig. 18. — Élargissement de la tranchée dans la station de Neuilly-Porte-Maillot.

Murs nouveaux construits en arrière des murs anciens ; passerelle provisoire remplaçant le bâtiment démoli.

portaient, en outre, deux sujétions délicates : le travail à côté des trains (démolition ou construction d'un mur rasant le gabarit, avec le service des maçons fait nécessairement du côté des voies) et le travail au-dessus des trains, à quelques centimètres en contre-haut du gabarit.

Dans le cas d'une couverture à poutres métalliques, les poutres étaient mises en place toutes montées, non par lancement transversal, mais par ripement longitudinal par-dessus les parties des tabliers déjà en place. Les voûtins s'exécutaient sur des cintres suspendus à ces poutres.

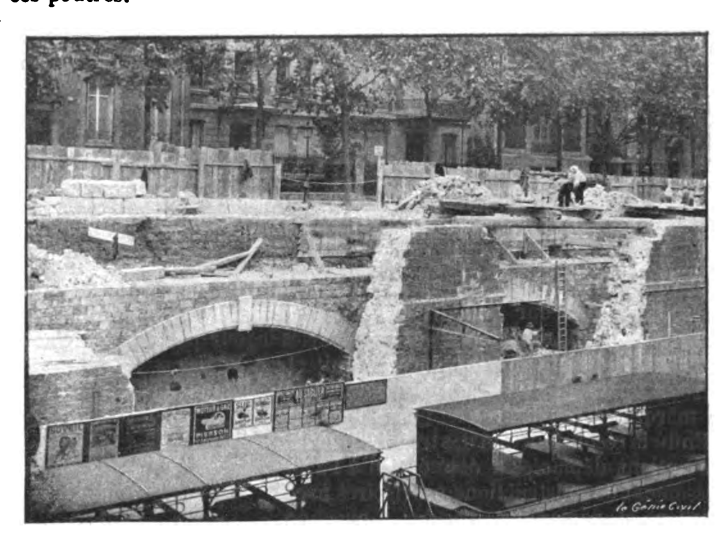


Fig. 19. — Élargissement de la tranchée dans la station de Courcelles-Levallois.

L'ancien mur de soutènement, en partie démoli, laisse voir, en arrière, le nouveau mur construit d'avance et ses voûtes de décharge.

Dans le cas d'un tablier en béton armé (fig. 25 à 33), dont l'emploi, comme nous le verrons, a été très fréquent, la sujétion était plus grande, en raison des nécessités du moulage. Le moule de chaque poutre, consistant dans une coulotte rectangulaire en planches, était suspendu à une ferme en charpente supérieure ; le fond de la coulotte, formé d'une tôle, était porté par de grands boulons verticaux, traversant le béton du tablier et qu'on retirait après coup. Après avoir disposé les fers dans les coulottes, on y pilonnait le béton en montant les planches latérales du moule au fur et à mesure du remplissage. Le hourdis se construisait sur des planches suspendues aux mêmes fermes que les poutres.

*Transformation des stations.* — La transformation des quais dans les stations, accompagnée de la construction des marquises, s'est faite par demi-largeur pour chaque quai, avec des difficultés augmentées

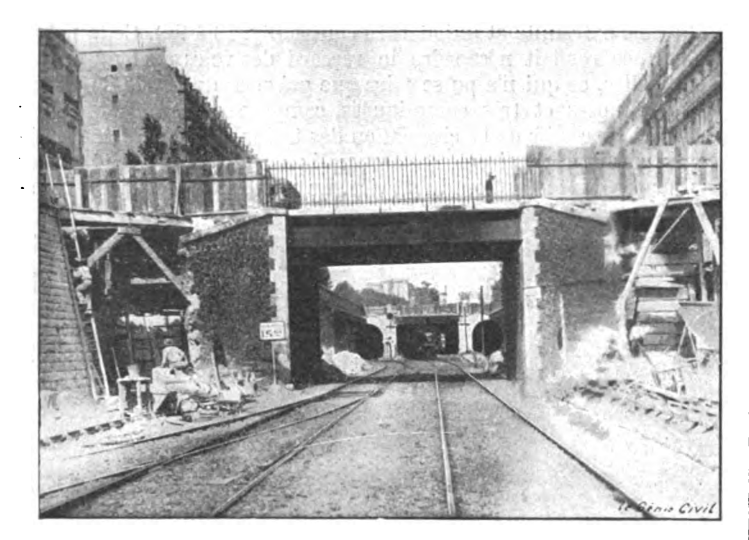


Fig. 20. — Réfection d'un pont.

Construction des culées nouvelles avant la démolition de l'ouvrage et sans interrompre la circulation.

par la différence de niveau des trottoirs anciens et nouveaux. A la station de l'Avenue du Bois-de-Boulogne, le déplacement des quais a rendu nécessaire l'exécution en plusieurs phases, comportant des

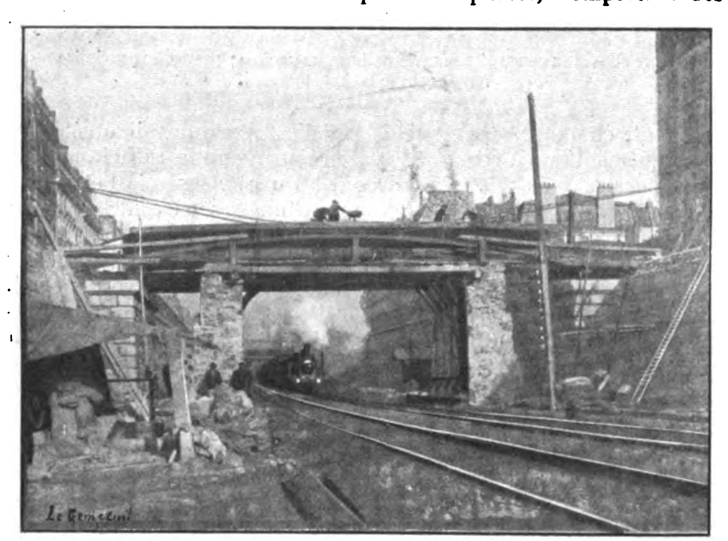


Fig. 21. — Réfection d'un pont.

Montage du nouveau tablier sur les piédroits anciens.

déplacements de voies en exploitation et liées à celles de la réfection du souterrain. Pour l'établissement des marquises, les fouilles des poteaux étaient faites de nuit et recouvertes le jour par des planchers, les poteaux étaient mis en place de nuit et le reste du montage fait de jour au-dessus de marquises provisoires en charpente.

Enfin la reconstruction des trois bâtiments des stations déplacées a donné lieu à l'établissement de constructions provisoires avec escaliers et passerelles d'accès; à chacune des stations de Neuilly et de l'Avenue du Bois-de-Boulogne, il a fallu deux installations provisoires successives.

**Construction des ouvrages en ciment armé.** — Les dispositions des projets des ouvrages d'art ont été déterminées par les nécessités spéciales et impérieuses de l'exécution, et c'est là, en particulier, le motif qui a conduit la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest à réaliser sur cette ligne une des plus importantes applications du béton armé qui aient été faites jusqu'à ce jour dans les travaux publics.

Comparé au métal, le béton armé présentait ici, en raison des circonstances locales, des avantages considérables, qu'on peut énumérer comme suit :

Possibilité d'approvisionner les matériaux petit à petit, au fur et à mesure des besoins, sans encombrer les voies publiques et la tranchée du chemin de fer par le transport, le déchargement, le dépôt et le bardage de longues pièces métalliques;

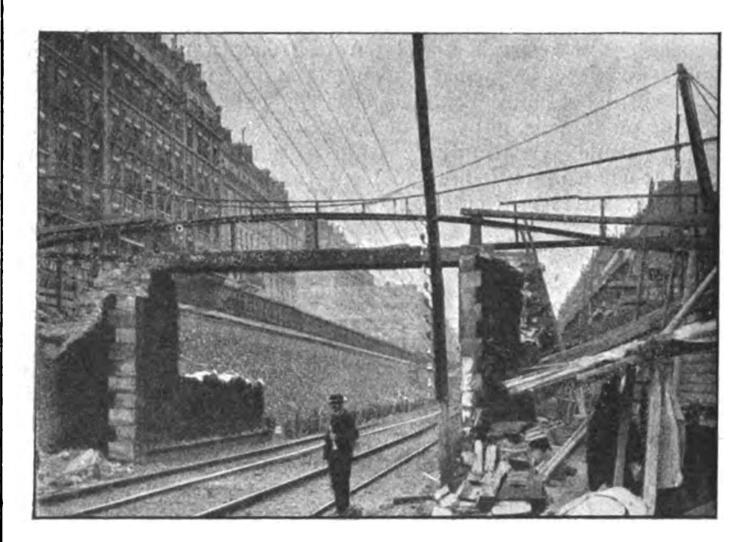


Fig. 22. — Réfection d'un pont.

Démolition de l'ancien tablier, les anciens piédroits restant debout.

Faculté d'interrompre le travail à l'improviste, en cas de besoin, et de le reprendre de même;

Suppression du bruit produit par le rivetage sur place, intolérable

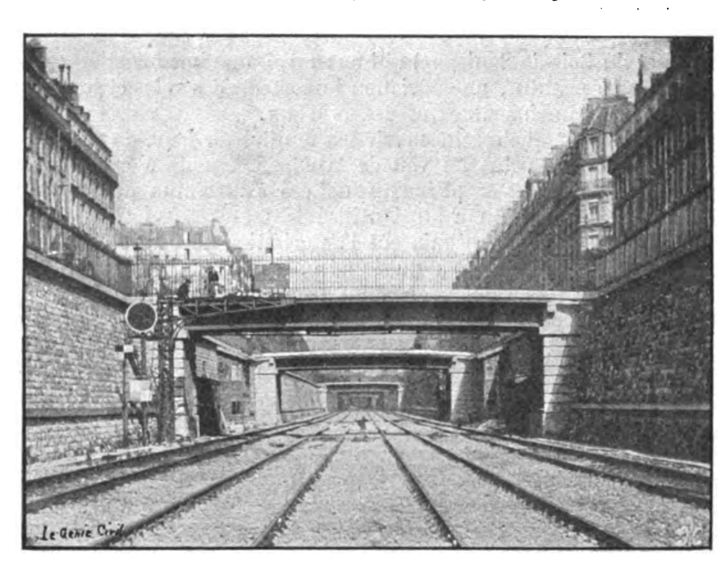


Fig. 23. — Réfection d'un pont.

Vue de l'ouvrage terminé.

pour les voisins, une grande partie des travaux ne pouvant se faire que pendant la nuit;

Facilité d'adapter les nouveaux ouvrages aux anciens en partie

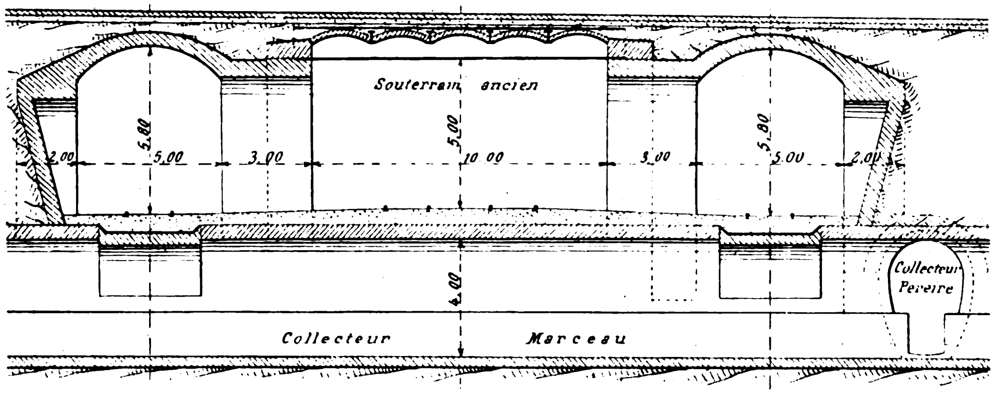



Fig. 24. — Coupe en travers sur le milieu du souterrain de la place Pereire.

(Ce profil est également applicable aux souterrains des avenues des Ternes et Henri-Martin.)

démolis et de les mouler, en quelque sorte, à la demande des maçonneries existantes, avec des implantations absolument quelconques, en général, très irrégulières;

Suppression, par suite, de toute conséquence grave des erreurs d'implantation inévitables dans un travail aussi compliqué, où les

ouvrages se commandent les uns les autres sans interruption, et qui ne forme, pour mieux dire, qu'un seul et immense ouvrage d'art;

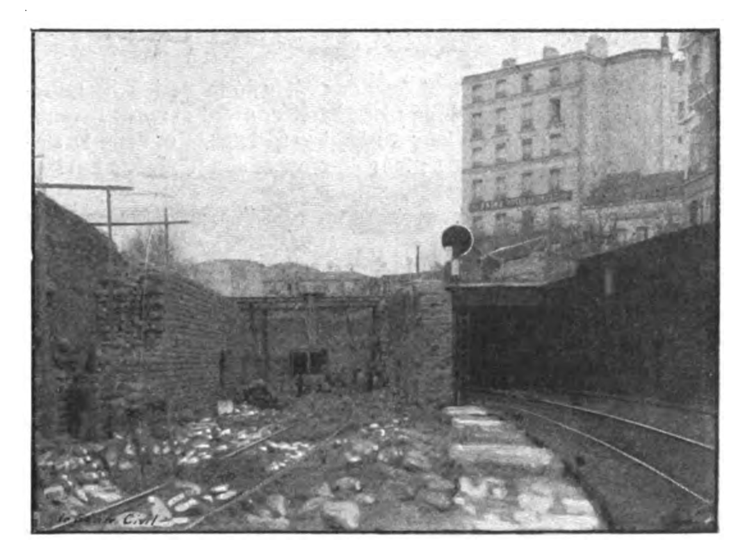


Fig. 25. — Souterrain de l'avenue de la Grande-Armée.

Vue du chantier vers Passy.

Économie de temps, malgré le délai nécessaire pour le durcissement du béton, chaque ouvrage pouvant se commencer quelques jours après la remise des dessins d'exécution;

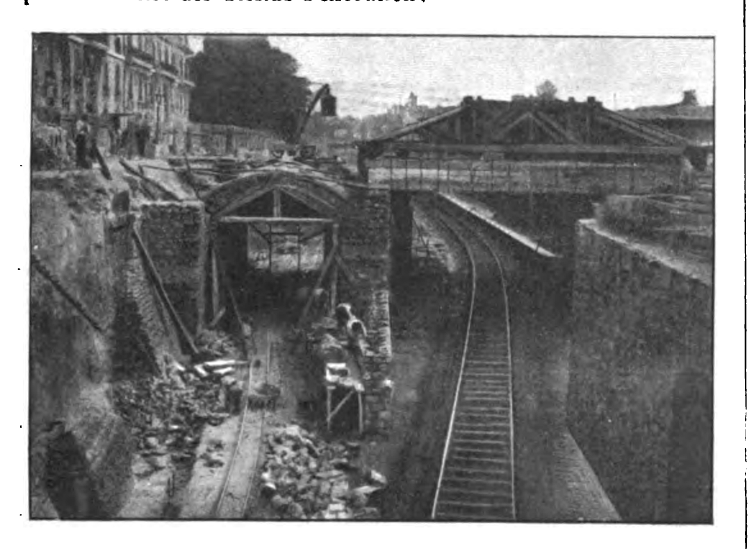


Fig. 26. — Tranchée couverte de l'avenue du Bois-de-Boulogne.

A ces avantages d'exécution qui, en l'espèce, étaient décisifs, s'en

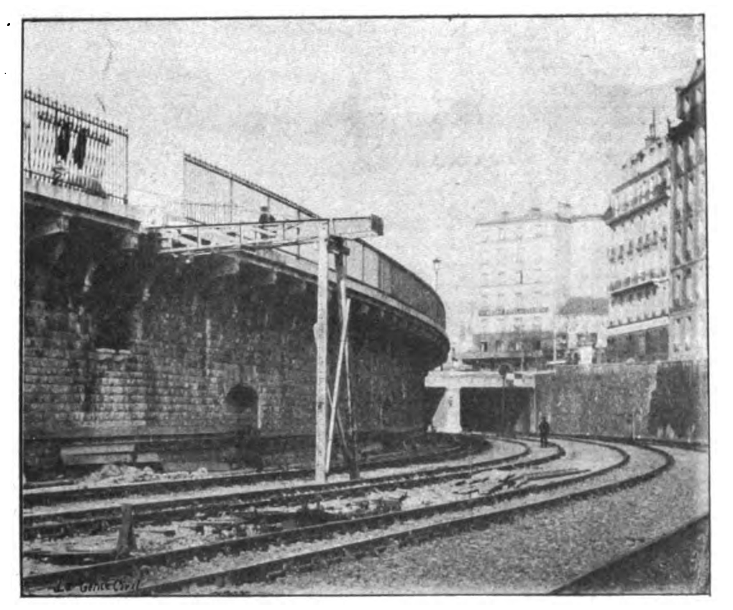


Fig. 27. — Entrée du souterrain de l'avenue de la Grande-Armée.

Tête côté Passy et encorbellements en béton armé sous le boulevard Lannes.

joignait un autre, également spécial aux lignes interurbaines, et relatif à la conservation des ouvrages. On sait que, sur ces lignes, les pièces métalliques apparentes au-dessus des voies sont promptement rongées par la fumée; la ligne d'Auteuil offrait précisément les spécimens les plus typiques de ce genre d'altération qui, bien entendu, n'est aucunement à craindre pour le fer revêtu de béton.

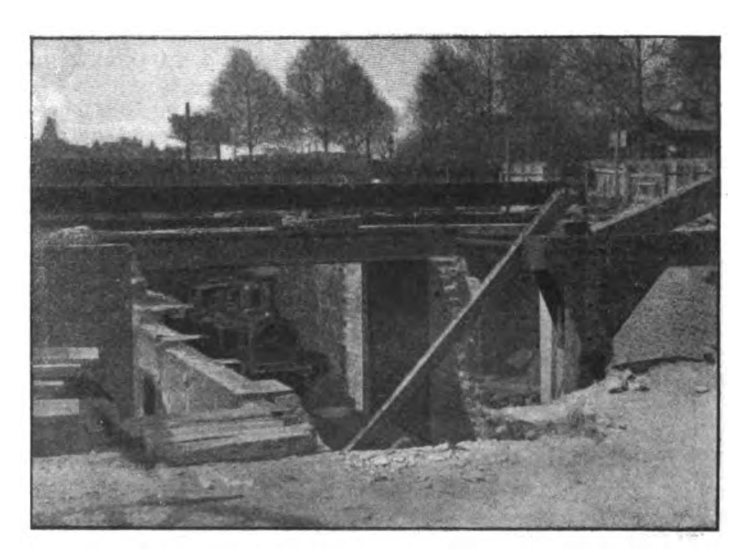


Fig. 28. — Souterrain de l'avenue de la Grande-Armée.

Vue des chantiers : démolition des anciens murs et montage du tablier au-dessus des trains.

L'événement a confirmé ces prévisions et la Compagnie de l'Ouest s'est ainsi affranchie des retards qui ont paralysé d'autres grandes entreprises, où les charpentes métalliques tenaient une trop grande place; elle a certainement réalisé en même temps une économie notable, eu égard à la hausse du prix des fers.

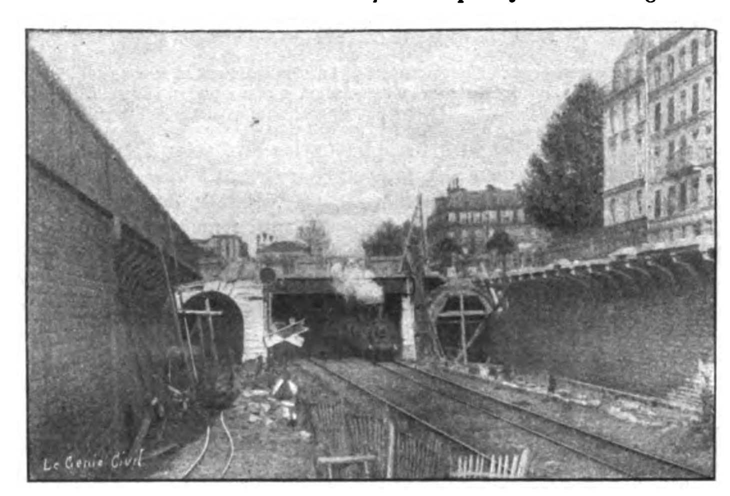



Fig. 29. — Souterrain de la place Pereire.

Exécution de la tête côté Auteuil.

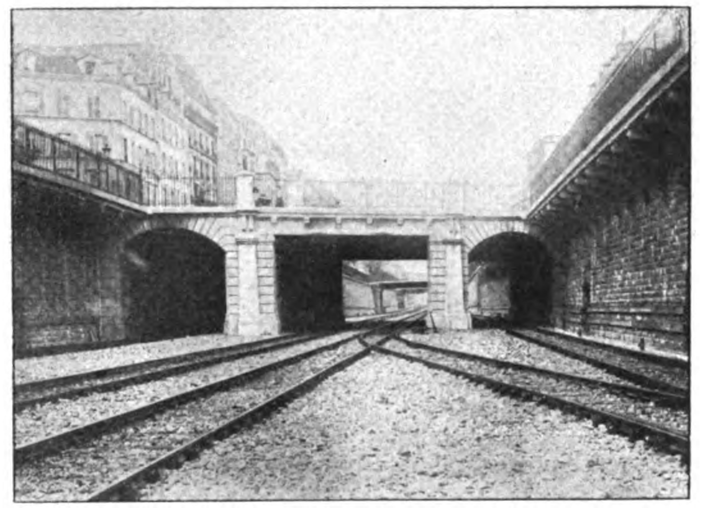


Fig. 30. — Pont de l'avenue des Ternes.

Vue prise du côté d'Auteuil.

Pour la moitié environ des ouvrages sur voie, le défaut de hauteur libre ne permettait pas de songer à l'établissement de voûtes en ma-

çonnerie; mais, on a pu réaliser cette solution dans trois des souterrains (fig. 10, pl. XIV et fig. 6 pl. XV) et il va sans dire qu'on l'a toujours considérée comme la meilleure quand elle était possible.

Conduite, par la force des choses, à une innovation aussi capitale que cet emploi généralisé du béton armé dans des travaux d'une telle importance, la Compagnie de l'Ouest a cru nécessaire d'apporter la plus grande prudence dans les moyens d'exécution. Ainsi elle a, tout d'abord, posé en principe qu'à défaut de précédents suffisamment anciens, l'établissement de tabliers en béton armé ne devait pas être admis sous les chaussées à voitures, mais seulement sous les trottoirs, passerelles à piétons, bâtiments et massifs plantés.

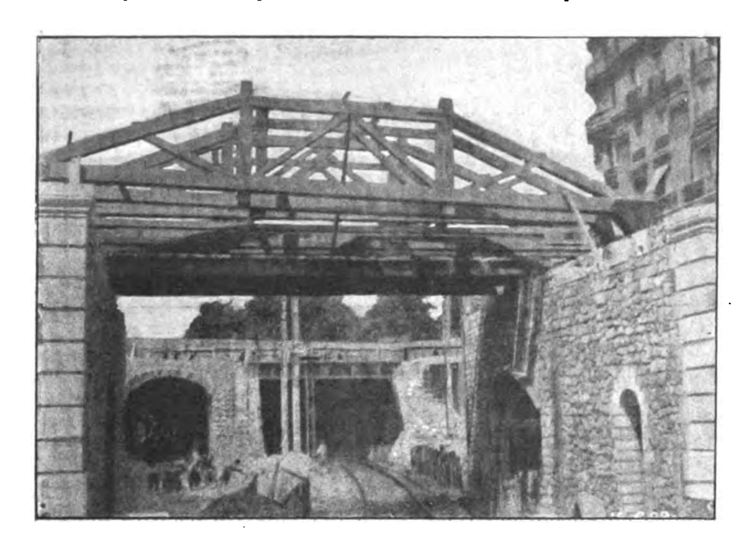


Fig. 31. — Tranchée couverte de l'avenue du Bois-de-Boulogne.

Exécution des terrassements à l'emplacement de l'ancien bâtiment et montage des fermes pour l'exécution du plancher en béton armé sous le nouveau bâtiment.

En réalité, les tabliers construits sous les chaussées l'ont été suivant un système nouveau qui, tout en comportant l'emploi de poutres en tôle d'acier, rentre comme on va le voir, dans la définition générale du béton armé ou de la maçonnerie armée; mais les limites de fatigue modérées admises dans leur calcul assurent à ces tabliers un coefficient de sécurité très élevé. En outre de cette précaution, le mode de calcul appliqué à toutes les constructions en béton armé de la ligne fait une large part aux déformations résultant de causes non calculables. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette méthode de calcul, d'une extrême simplicité, que M. l'Ingénieur en chef Rabut,

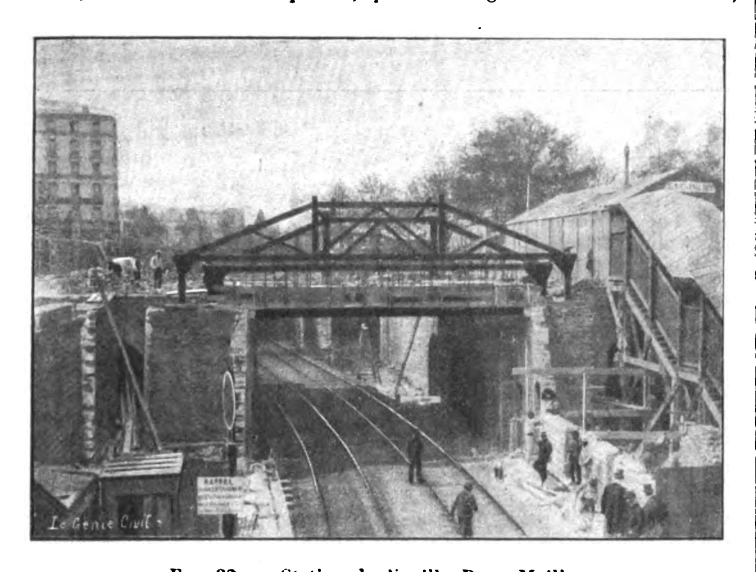



Fig. 32. — Station de Neuilly-Porte-Maillot.

Construction, au-dessus des trains, du tablier en béton armé destiné à porter le nouveau bâtiment des voyageurs.

auteur des travaux décrits, professe à l'École des Ponts et Chaussées.

Enfin, ces ouvrages ont été soumis à des épreuves très sévères, la flèche ne devant pas dépasser $^1/_{1500}$ de la portée sous la surcharge prévue dans les calculs, réalisée avec une majoration de 50 %.

Les ouvrages en béton armé proprement dit, sont construits dans le système vulgarisé par M. Hennebique, c'est-à-dire avec armatures en long formées de fers ronds généralement tendus, quelquefois comprimés et armatures en travers formées de feuillards recourbés, à cheval sur les premières, sans aucun assemblage de fer à fer.

Les encorbellements sont tous du même type, dont nous donnons les dessins (fig. 10 à 13, pl. XV). L'espacement des consoles et leur hauteur sont constants; leur saillie seule varie et atteint environ trois mètres. La forme à leur donner soulevait une question toute nouvelle; on s'est arrêté à des profils qui, tout en rappelant ceux des consoles en pierre, font deviner la présence des tirants à la partie supérieure.

Ces encorbellements règnent des deux côtés de la station de Courcelles-Levallois, à la sortie de la place Péreire, avant et après l'avenue des Ternes, sur la droite le long du boulevard Lannes et dans la station de l'avenue Henri-Martin; leur développement total est d'environ 1 200 mètres.

Les parties des souterrains recouvertes en béton armé proprement

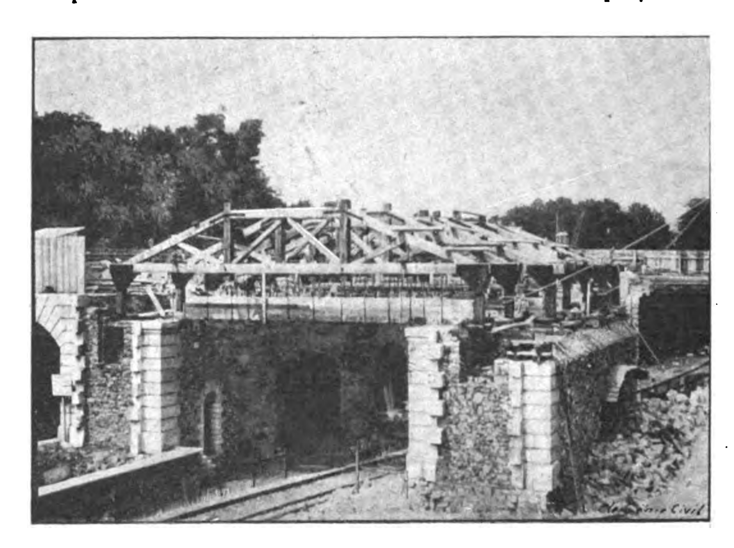



Fig. 33. — Fermes pour l'exécution du plancher sous le bâtiment des voyageurs de l'une des stations.

dit, l'ont été au moyen de hourdis supportés par des poutres rectangulaires dont la portée atteint jusqu'à 13 mètres et la charge 10 tonnes par mètre courant.

Ces tabliers ont été construits aux abords des bâtiments des stations et des têtes des souterrains, sous les trottoirs et sous les massifs plantés (dont l'étendue est considérable à la traversée de l'avenue du Bois-de-Boulogne), enfin sous les bâtiments reconstruits des stations de Neuilly et de l'avenue du Bois-de-Boulogne (fig. 3 à 6, pl. XIV).

Le tablier établi au-dessus de l'avenue Henri-Martin livre passage à la conduite d'eau potable de l'Avre, dans deux tuyaux d'acier de $0^m 80$ de diamètre accolés et noyés dans une poutre rectangulaire en béton armé (fig. 7 à 9, pl. XV).

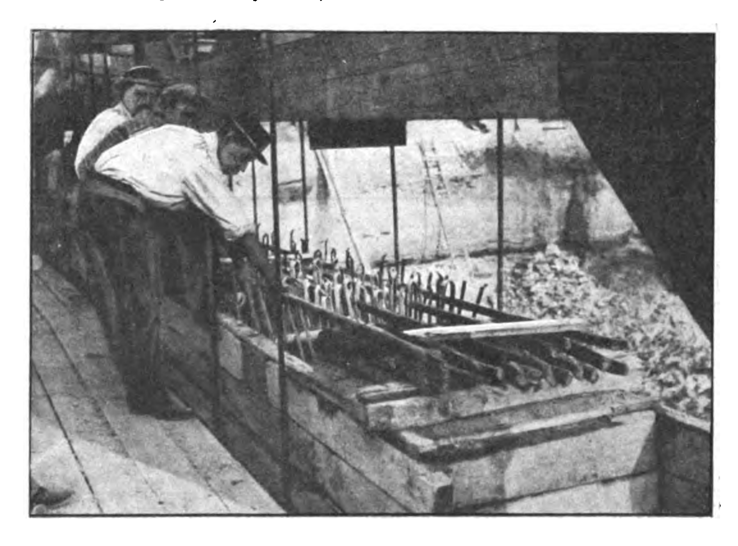


Fig. 34. — Exécution d'une poutre en béton armé sous le bâtiment des voyageurs de l'une des stations.

L'ensemble des surfaces couvertes en béton armé proprement dit au-dessus des souterrains atteint une superficie de 1 600 mètres carrés. Les deux tabliers supportant les bâtiments des stations de Neuilly et de l'Avenue du Bois-de-Boulogne sont, croyons-nous, de tous les ouvrages de ce genre existant jusqu'à ce jour, ceux qui supportent les plus fortes charges.

Les têtes apparentes des ouvrages ont été elles-mêmes franchement établies en béton armé lorsque les parties voisines comportaient l'emploi de ce mode de construction (avenues de la Grande-Armée et Henri-Martin (fig. 9, pl. XV).

Le système de couverture employé sous les chaussées dérive du type usuel des tabliers métalliques avec voûtins en briques.

LIGNE DE COURCELLES A

Fig 1 à 6. Souterrain élargi sous

Fig 1. Plan de l'ancien souterrain

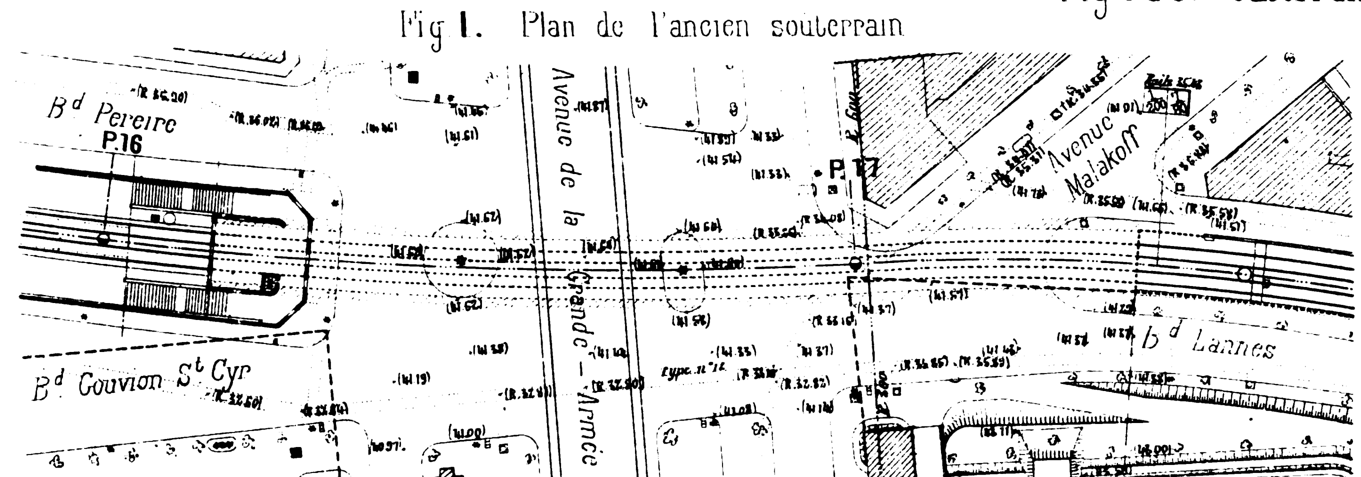



Fig 2. Plan du nouveau souterrain élargi




Fig 7 à 10. Souterrain élargi sou

Fig 7. Plan de l'ancien souterrain

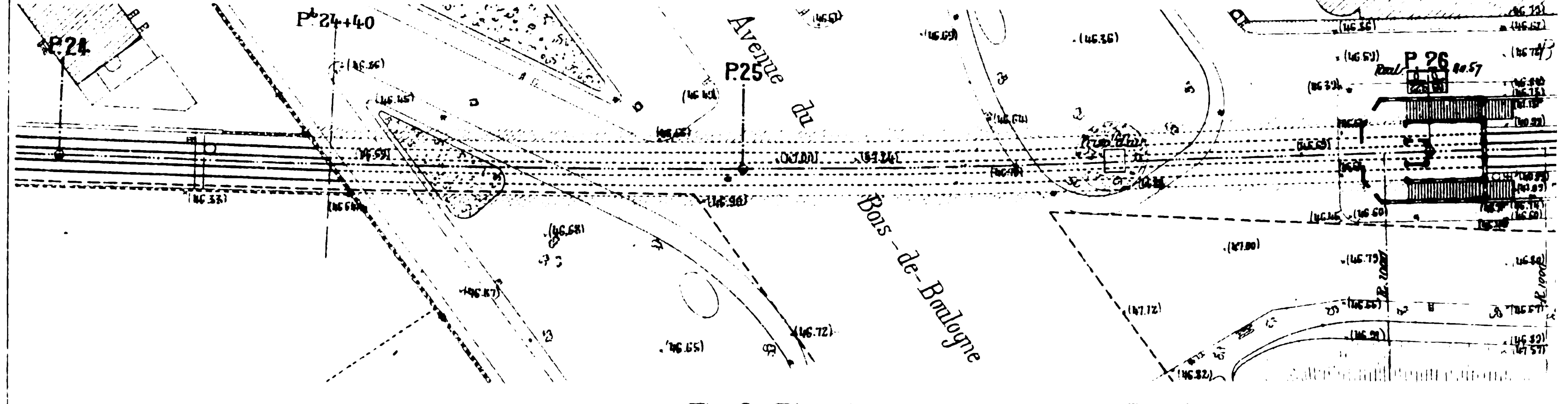
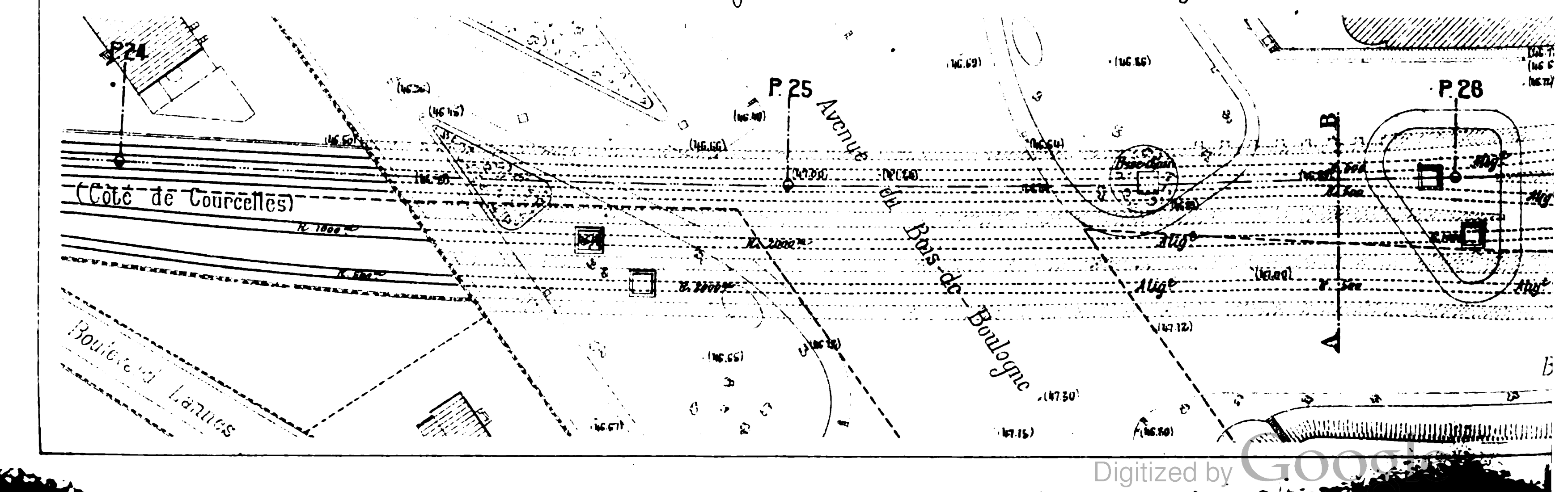



Fig 8. Plan du nouveau souterrain élargi



# J CHAMP-DE-MARS A PARIS

## .'Avenue de la Grande-Armée.

Fig 3. Coupe transversale AB.

béton armé

Rail (34.96)

Rail (34.86)

Fig 5. Coupe longitudinale GH.

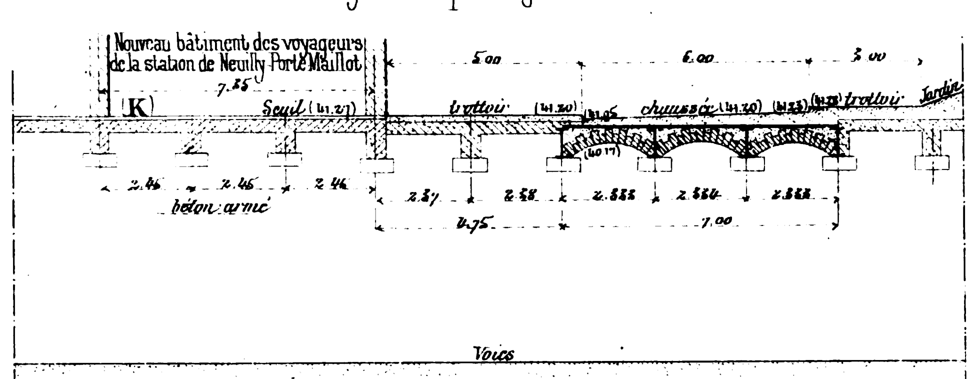



Fig 4. Coupe transversale CD.

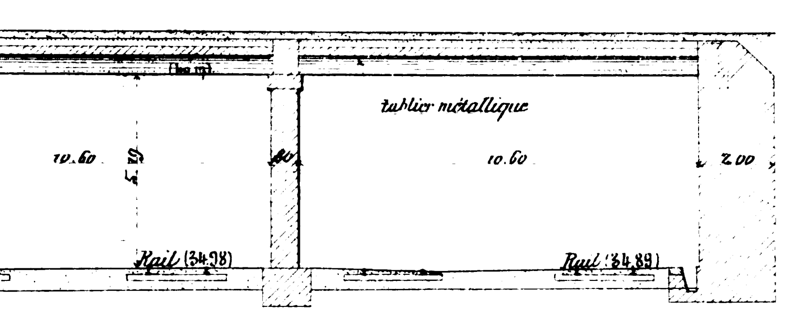
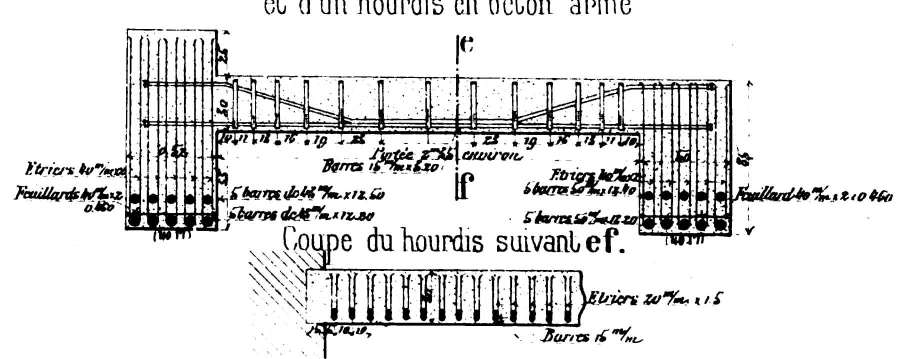



Fig 6. Détail (K) d'une poutre et d'un hourdis en béton armé




## . l'Avenue du Bois-de-Boulogne.

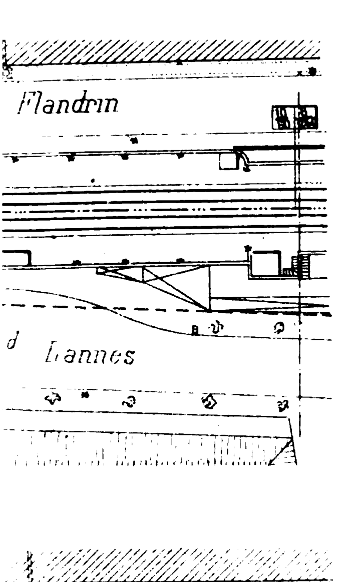
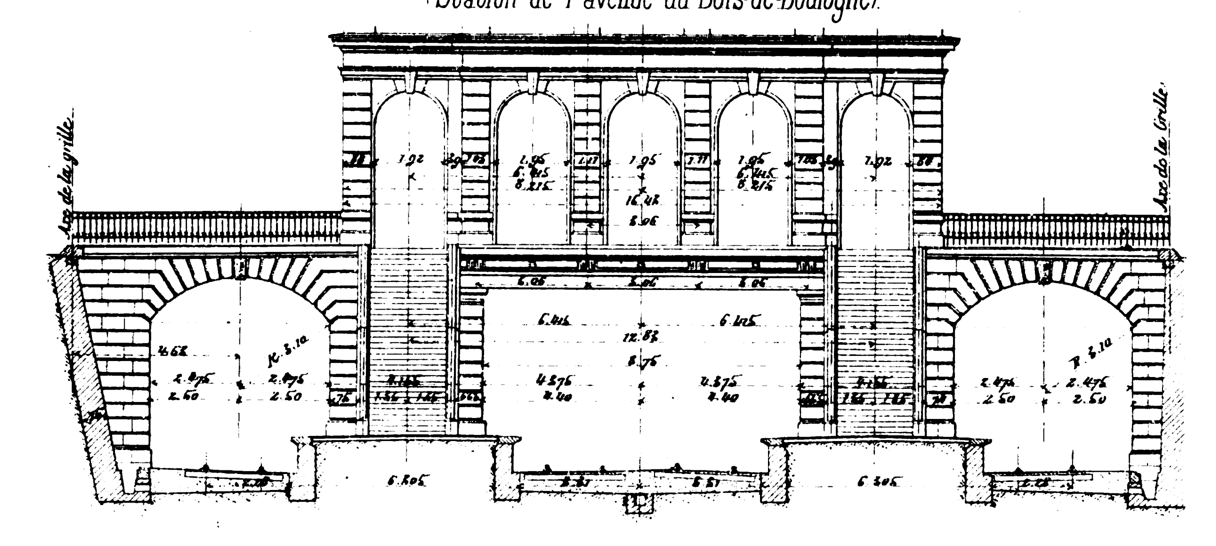



Fig 9. Elévation de la tête, côté de Passy.

(Station de l'avenue du Bois-de-Boulogne).



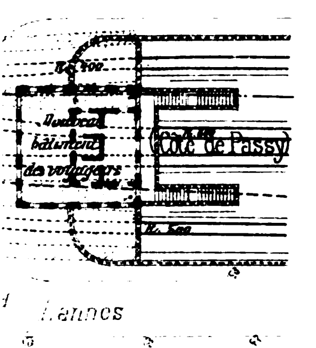
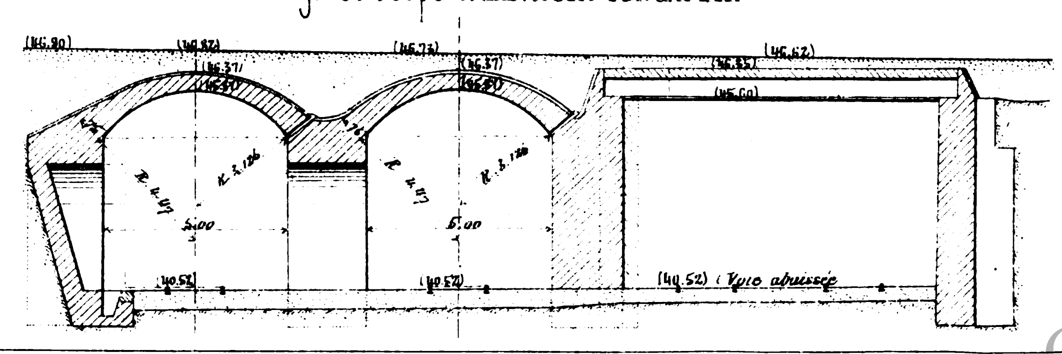
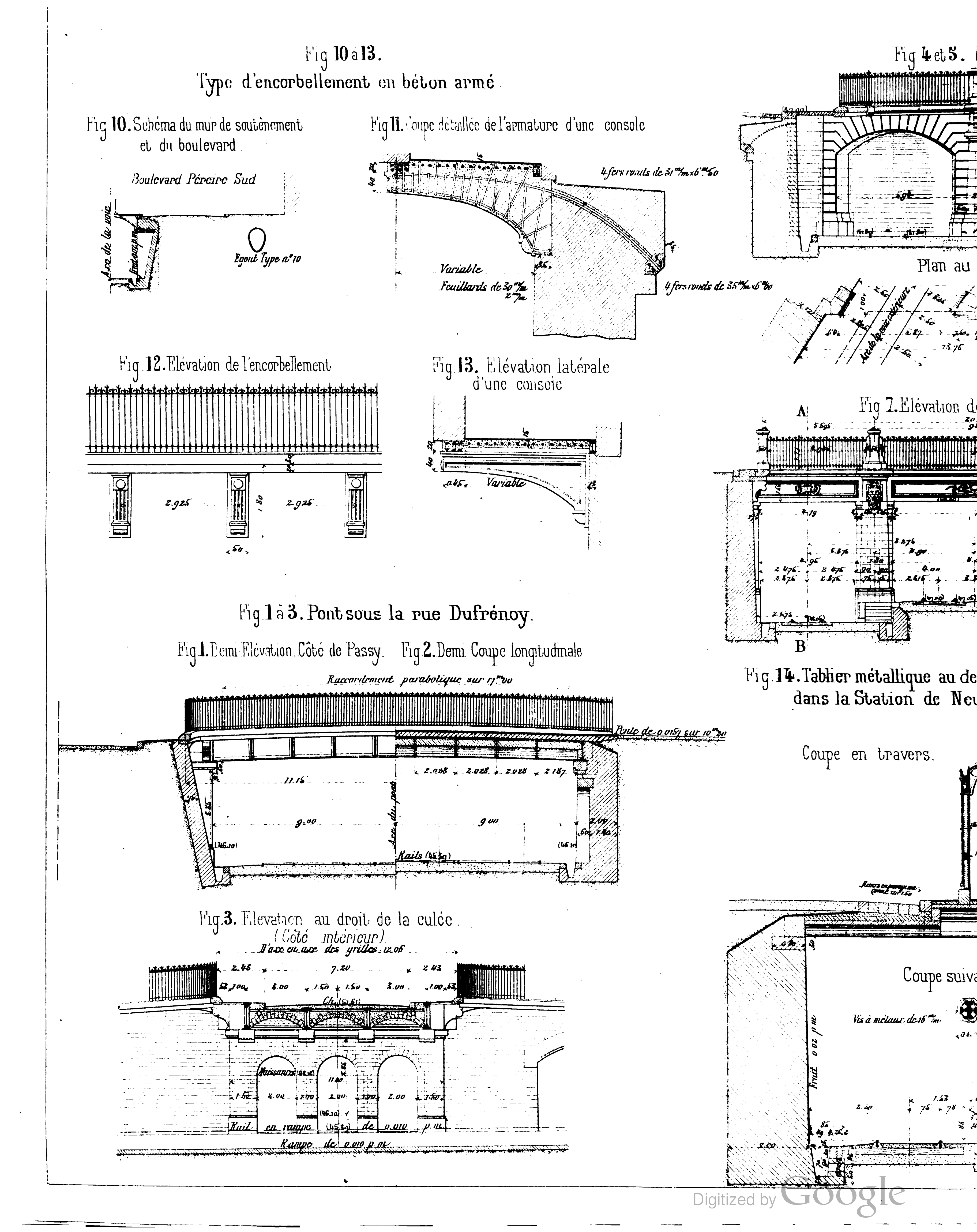




Fig 10. Coupe transversale suivant AB




Auto-Imp. L. Braun, 58, Rue Rochechouart, Paris.



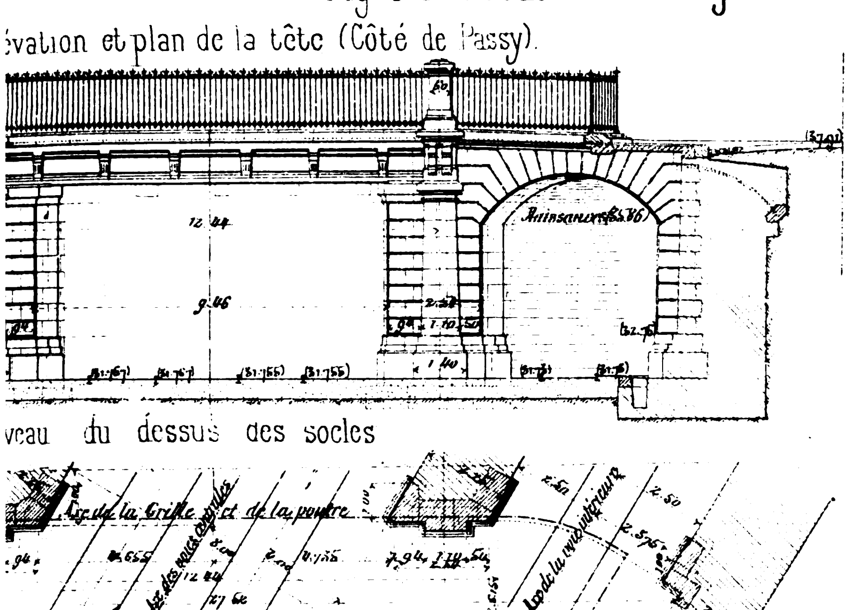
LIGNE DE COURCELLES AU
Fig 10 à 13.
Type d'encorbellement en béton armé.
Fig 10. Schéma du mur de soutènement et du boulevard.
Boulevard Péreire Sud
Egout Type n° 10
Fig 11. Coupe détaillée de l'armature d'une console
4 fers ronds de 31 m/m x 6m50
Variable
Feuillards de 30 m/m 2 m/m
4 fers ronds de 35 m/m x 6m60
Fig. 12. Élévation de l'encorbellement
2.925
1.80
Fig. 13. Élévation latérale d'une console
Variable
Fig 1 à 3. Pont sous la rue Dufrénoy.
Fig 1. Demi Élévation. Côté de Passy.
Fig 2. Demi Coupe longitudinale
Raccordement parabolique sur 17m00
Pente de 0.0157 sur 10m20
Axe du pont
9.00
Rails (45.30)
Fig. 3. Élévation au droit de la culée.
(Côté intérieur).
D'axe en axe des grilles: 12.06
2.43
7.20
Naissances
Rail en rampe de 0.010 p.m.
Rampe de 0.010 p.m.
Fig 4 et 5.
Plan au
Fig 7. Élévation d
A
B
Fig. 14. Tablier métallique au de
dans la Station de Ne
Coupe en travers.
Coupe suiva
Vis à métaux de 16 m/m
Fruit 0.02 p.m.

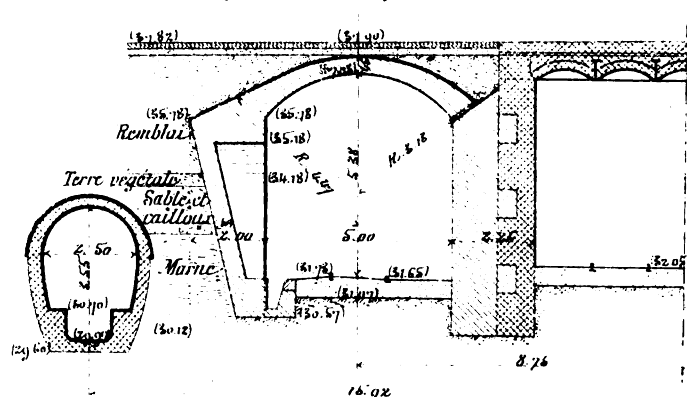
CHAMP-DE-MARS A PARIS.

Fig 4 à 6. Souterrain élargi sous l'avenue des Ternes.

...évation et plan de la tête (Côté de Passy).

Fig 6. Demi Coupe transversale.





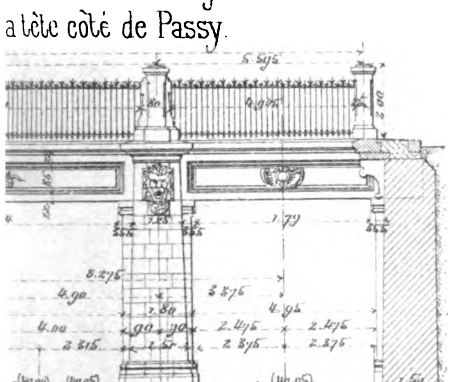
...veau du dessus des socles

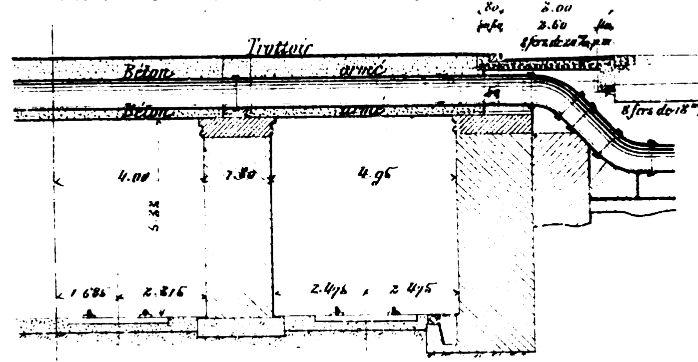
Fig. 7 à 9. Souterrain élargi sous l'avenue Henri-Martin.

...a tête côté de Passy.

Fig 8. Coupe AB.

Fig. 9. Demi Coupe transversale sur l'axe d'une conduite d'amenée des eaux de l'Avre.

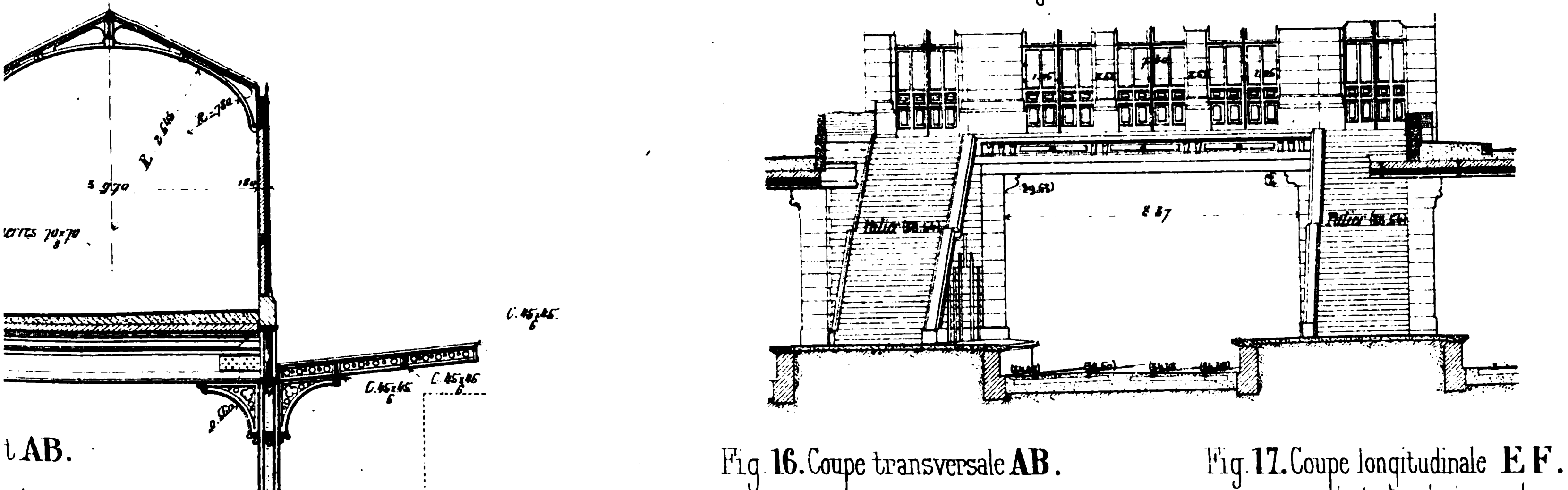




...sus des voies latérales
...lly Porte-Maillot.

Fig 15 à 17. Passerelle en béton armé reliant les paliers supérieurs des escaliers du bâtiment des voyageurs de Neuilly-Porte-Maillot.

Fig. 15. Élévation.



...t AB.

Fig. 16. Coupe transversale AB.

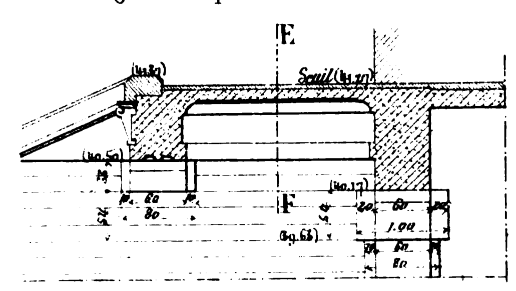
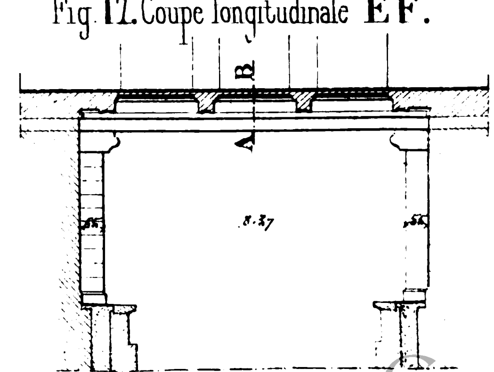


Fig. 17. Coupe longitudinale EF.



Auto-Imp. L. Braun 58 Rue Rochechouart Paris

Dans ses recherches expérimentales sur la déformation des ouvrages métalliques, M. Rabut a reconnu que la résistance de ces tabliers est notablement accrue du fait de l'*armature* de la maçonnerie de ces voûtins par le métal des entretoises, qui généralement les supportent. Ayant à reconstruire des souterrains et des ponts avec une ouverture doublée sans pouvoir augmenter l'épaisseur des tabliers, cet Ingénieur

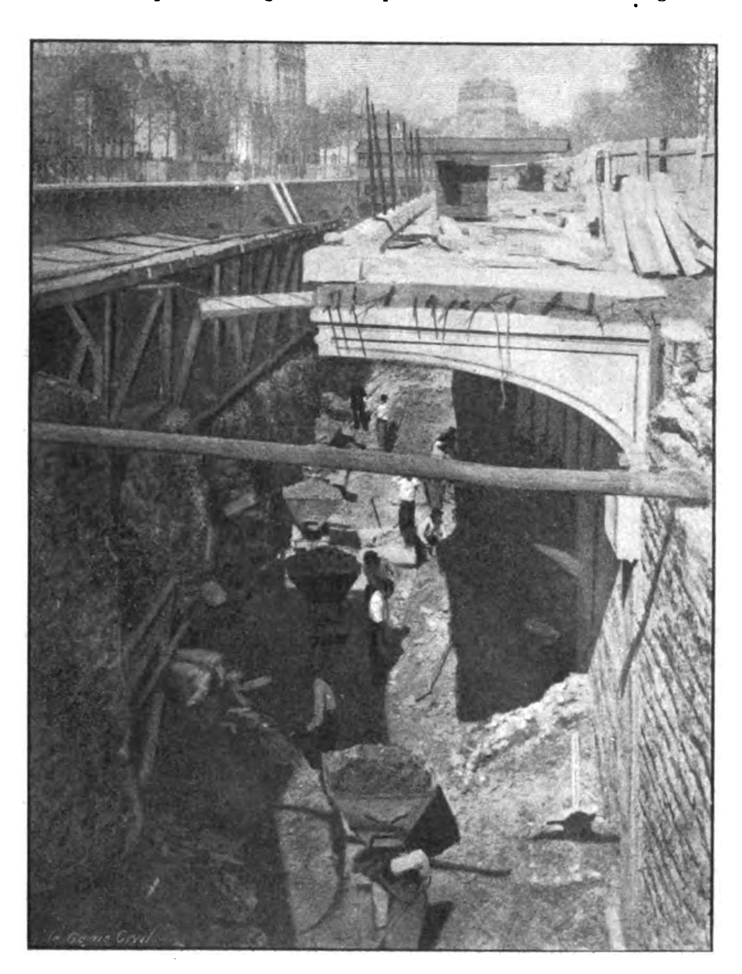


FIG. 35. — Station de Courcelles-Levallois.

Élargissement de la tranchée : Construction du nouveau mur de soutènement avec consoles en béton armé sous le trottoir du boulevard Pereire, en arrière de l'ancien mur en partie démoli.

a cherché à tirer tout le parti possible de cette résistance surabondante des tabliers à voûtins en modifiant rationnellement leur disposition usuelle. Jugeant plus avantageux de consolider les poutres principales que les entretoises, c'est sur les poutres mêmes qu'il fait reposer

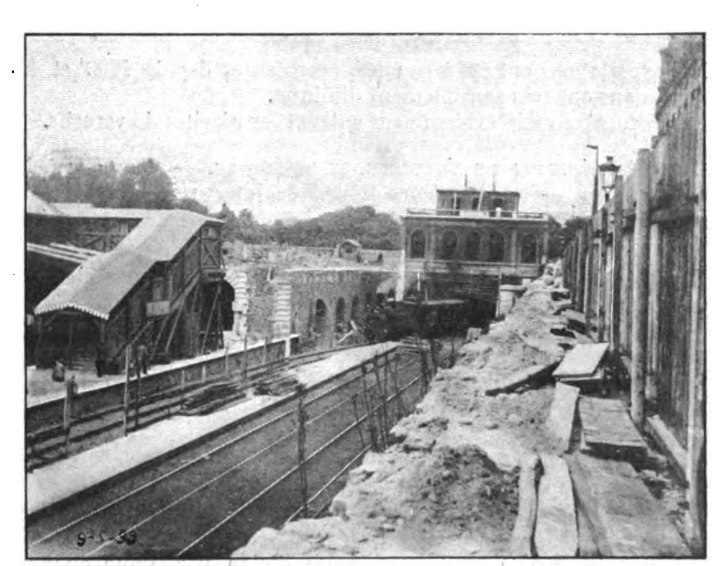


FIG. 36. — Station de l'Avenue du Bois-de-Boulogne.

Démolition de l'ancien bâtiment à voyageurs; bâtiment et passerelles provisoires.

les voûtins, ce qui permet de réduire et souvent de supprimer les entretoises.

D'autre part, remarquant que le rôle de la maçonnerie dans ces poutres mixtes doit être de travailler à la compression, M. Rabut recouvre ses voûtins d'un massif épais de béton de ciment et gravier pilonné (fig. 2 et 3, pl. XV), qui enveloppe et dépasse le haut des poutres et sur lequel repose directement la chaussée en asphalte ou en pavés de bois; ce massif adhère fortement à l'extrados des voûtins appareillé en découpe.

Le calcul de ces tabliers mixtes montre qu'avec les dimensions données par les figures 5 et 6 (pl. XV) on peut compter sur une résistance double de celle que posséderait la charpente métallique

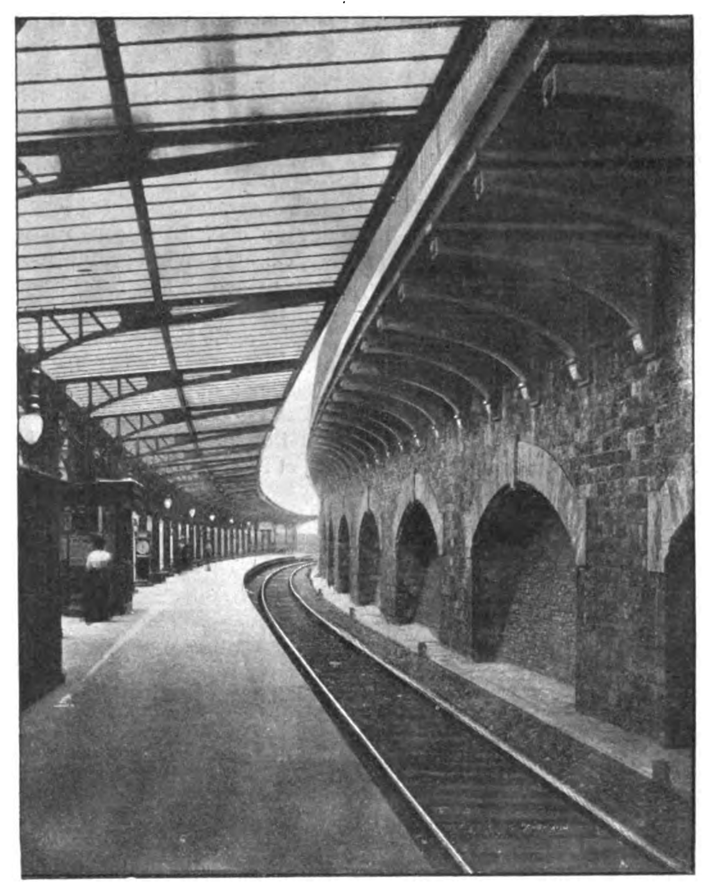


FIG. 37. — Vue des quais à voyageurs de la station Neuilly-Porte-Maillot.

seule, sans béton ni voûtins. L'économie de métal réalisable est donc de 50 °/₀.

Dans les ponts, le même système a été employé avec cette différence que les poutres de rive ne se trouvent revêtues de maçonnerie et de béton que du côté intérieur et que les trottoirs, pour des raisons d'esthétique, ont été laissés en encorbellement. Malgré ces deux circonstances désavantageuses, on est parvenu à franchir la portée de 16 à 18 mètres, que présentent ces ouvrages, avec une hauteur de poutre de $0^m 80$ et $0^m 90$, soit $1/_{20}$ de l'ouverture, proportion qui n'avait été réalisée jusqu'à ce jour qu'exceptionnellement, en augmentant beaucoup le poids du métal au lieu de le reduire.

Outre les épreuves officielles de ces ouvrages mixtes, faites dans les conditions prescrites par le règlement des ponts métalliques, des expériences spéciales ont été faites en vue de déterminer la part exacte des voûtins et du beton dans la résistance. A cet effet, une surcharge de 30.000 kilogr. a été appliquée sur la partie centrale de l'ouvrage, avant de commencer la construction des voûtins, et on a mesuré, au moyen des appareils imaginés par M. Rabut (1), les principales déformations de toutes les poutres : abaissement au milieu et au quart de la portée, inclinaison sur les appuis, fatigue sur les diverses tranches de la section médiane. On a ensuite achevé la construction du pont et laissé durcir le béton ; puis on a recommencé, dans des conditions identiques, l'opération de la surcharge et les mesures de déformation. La comparaison de ces mesures avec les premières a fait ressortir une réduction des déformations un peu supérieure à 50 °/₀, ce qui justifie pleinement la nouvelle méthode de calcul.

Ces mêmes mesures ont montré incidemment, comme d'autres faites antérieurement par M. Rabut sur divers ponts métalliques du réseau de l'Eure, que les poutres sous trottoirs, bien que très légères, soulagent les poutres sous chaussées en prenant leur part de la surcharge, et qu'il en est de même, dans une certaine mesure, des

(1) L'un de ces appareils, employé pour mesurer les flèches du pont de Nogent-sur-Marne pendant les essais, a été récemment décrit par le *Génie Civil* (Voir t. XXXVI, n° 6, p. 81). La description et l'emploi de tous ces appareils sont d'ailleurs détaillés dans les *Recherches expérimentales sur la déformation des ponts métalliques*, de M. RABUT (*Génie Civil*, t. XXII, n° 6 et t. XXIV, n°s 6, 10, 15 et 22).

plinthes en maçonnerie portant les grilles, et même de la chaussée en bois, de sorte que toutes les parties du pont, sans exception, s'entr'aident pour former comme une poutre unique. Il en résulte qu'on peut notablement perfectionner la plupart des types de construction utilisés en tirant systématiquement parti de cette solidarité méconnue. Le type que nous venons de décrire n'est qu'une application particulière de ce principe, combiné avec celui de la division du travail.

Le doublement des voies de Courcelles à Passy, commencé en août 1897, a été terminé en mars 1900, soit en 31 mois, et 20 mois seulement après l'approbation des projets, durée dont il faudrait défalquer deux mois de retard causés par la grève des terrassiers. La circulation des trains sur les quatre voies avec le service dans les nouveaux bâtiments a commencé le 11 avril, par conséquent avant l'ouverture de l'Exposition, et a continué à se faire sans incident malgré une affluence considérable à certains jours.

Les travaux que nous venons de décrire ont été exécutés, sous la haute direction de MM. Moïse, Ingénieur en chef de la construction de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, et Widmer, Ingénieur en chef adjoint, par M. Rabut, Ingénieur principal, avec le concours de M. Lisch, architecte, pour l'étage principal des trois bâtiments neufs, de M. Dreyfuss, Ingénieur de la voie, et de M. Rotereau, Ingénieur de la construction ; les chantiers ont été conduits par MM. Marais, Silvestre et Isambert, chefs de section ; enfin les principaux entrepreneurs ont été MM. Leloup, Créteaux frères, Landry pour les terrassements et maçonneries, Baudet et Donon, Génissieu, Barbot et Thomas pour les charpentes métalliques, et Pastre pour le béton armé.

A. Dumas,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## CHIMIE INDUSTRIELLE

### MOUVEMENT ET PROGRÈS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE

**dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France.**

*(Suite[1].)*

**Petite Industrie chimique.** — Composés dérivant du fluor, du chlore, du brome et de l'iode. — *Acide fluorhydrique.* — Nous avons déjà vu, à propos de la région parisienne, que la production totale de l'acide fluorhydrique en France s'élevait à 750 tonnes.

Dans la région du Centre, nous rencontrons une fabrique à Clermont-Ferrand, appartenant à MM. Kessler et Cie. On peut évaluer sa production à environ le cinquième de la production totale.

Dans la région du Nord-Est se trouvent divers petits fabricants qui ne font que pour leur consommation ; nous citerons notamment les cristalleries de Baccarat. La production de ces petites usines atteint 120 tonnes.

Les 450 à 500 tonnes restantes sont fabriquées dans la région parisienne.

On sait que ce produit a d'importants débouchés en gravure sur verre et en distillerie.

Nous signalerons, en outre, son utilisation pour la fabrication de certains produits spéciaux à la maison Kessler et connus sous le nom de *fluates.*

Ces fluates, qui ne sont autres que des fluosilicates, sont employés à la place des silicates pour le durcissement des pierres calcaires. On fabrique surtout les fluosilicates de magnésium, de zinc, d'aluminium, et un fluosilicate double de magnésium et de zinc. Le sel de magnésium est le plus employé en solution à 25° B ; celui de zinc, dont on fait une solution à 40° B, blanchit davantage la pierre ; le fluate double est plus inaltérable que les autres. Ces produits, fort intéressants, ont été présentés à l'Académie des Sciences, il y a vingt-cinq ans environ ils offriraient quelques avantages sur les silicates ordinaires.

*Brome.* — La France ne possède aucune fabrique de brome ; ce corps, que ne protège aucun droit de douane, nous arrive surtout d'Allemagne.

Les importations sont données dans le tableau suivant :

*Importations de brome* (en tonnes).

| ANNÉES | TONNES | ANNÉES | TONNES | ANNÉES | TONNES |
|---|---|---|---|---|---|
| 1889 | 20 | 1893 | 15 | 1897 | 48 |
| 1890 | 33 | 1894 | 32 | 1898 | 36 |
| 1891 | 42 | 1895 | 44 | 1899 | 52 |
| 1892 | 69 | 1896 | 38 | | |

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 146.

*Iode.* — Au contraire, pour l'iode, nous avons quelques fabriques qui sont placées dans une situation assez avantageuse ; il a été, en effet, établi un droit d'entrée de 5 francs par 100 kilos.

La production de l'iode en France atteint 30 à 35 tonnes. Tous les fabricants se trouvent en Bretagne. Plusieurs usines appartiennent à une sorte de syndicat, dont la production peut varier entre 25 et 30 tonnes ; ces usines sont les suivantes : Aber-Wrach, à M. Glaizot ; Le Conquet, à M. Levasseur ; Audierne, à M. de Lécluse ; Portsal, à M. Carof ; Pont-l'Abbé, à M. Derrien ; Saint-Pierre-Quiberon, à M. Le Gloahec. De plus, il existe une usine appartenant à la Société coopérative des Pharmaciens pour la fabrication de l'iode et de ses dérivés et dont la production est de 6 à 7000 kilogr. Nous signalerons la situation particulière dans laquelle se trouve cette Société ; en effet, ses actionnaires sont *producteurs-consommateurs*, c'est-à-dire que chaque actionnaire a droit à une partie de la production en iode, qu'il peut lui-même transformer ou vendre à ses clients.

Enfin il existe une usine à Quiberon (Morbihan), qui appartient à M. Laureau, et où l'on fabrique des eaux-mères, lesquelles sont expédiées à quelques usines, notamment de la région parisienne, en vue de l'extraction de l'iode et de la fabrication des iodures.

L'industrie de ce produit en France est basée sur le traitement des cendres de varechs. Après épuisement par l'eau et concentration de la dissolution ainsi obtenue, qui abandonne d'abord le chlorure de sodium ainsi que les chlorure et sulfate de potassium, on obtient des eaux concentrées, contenant l'iodure et le carbonate de sodium. On pousse la concentration jusqu'à ce que ces eaux marquent 50 à 60° B ; à ce moment, on les traite par l'acide sulfurique, qui décompose un certain nombre de sels : carbonate, sulfure, hyposulfite, etc. Le sulfate de soude se dépose et il reste une eau claire, contenant l'iodure de sodium.

Pour en extraire l'iode, on se sert ordinairement de la méthode au bioxyde de manganèse et à l'acide sulfurique. La réaction est la suivante :

$$2NaI + 2SO^4H^2 + MnO^2 = SO^4Na^2 + SO^4Mn + I^2 + 2H^2O.$$

Les usages de l'iode sont surtout pharmaceutiques ; on l'emploie soit en dissolution alcoolique au $^1/_{12}$ (teinture d'iode), soit à l'état de pommades. Il sert à fabriquer les iodures ; nous avons déjà dit que ces composés, comme les bromures, ne sont produits que dans la région parisienne.

Les chiffres d'exportation et d'importation, que donne le tableau suivant, montrent que notre fabrication s'est sensiblement améliorée :

*Importations et exportations d'iode* (en tonnes).

| ANNÉES | IMPORTATIONS | EXPORTATIONS | ANNÉES | IMPORTATIONS | EXPORTATIONS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1886 | 10 | 0,1 | 1893 | 12 | 0,2 |
| 1887 | 13 | 0,4 | 1894 | 7 | 0,2 |
| 1888 | 4 | » | 1895 | 10 | 0.4 |
| 1889 | 4 | 0.2 | 1896 | 7 | 0.5 |
| 1890 | 3 | 4,5 | 1897 | 6 | 0.4 |
| 1891 | 2 | 7 | 1898 | 0.4 | 0.4 |
| 1892 | 5 | 5.9 | 1899 | 0.5 | 0.5 |

Nos exportations ont été à peu près constantes depuis 1893 et les importations ont très sensiblement diminué.

La production varie évidemment suivant les récoltes de varechs.

Composés dérivant de l'oxygène et du soufre. — ***Eau oxygénée. Sel de baryum.*** — Nous sommes obligés de jeter un coup d'œil en arrière, au sujet de ces produits, des omissions ayant été faites précédemment.

En effet, à propos de la région parisienne, nous n'avons cité que les deux usines d'Aubervilliers et de Montreuil-sous-Bois.

Nous avions omis trois autres fabriques : la première appartient à la maison Ridel, à Neuilly-sur-Seine ; la seconde se trouve à Rosny-sous-Bois (maison Scellier et Baudet) ; la troisième, située à Pont-Sainte-Maxence (Oise), relève de la maison David et est très importante.

Dans le Nord, il y a une usine, dont il a été question dans l'étude de cette région à propos de divers produits et qui fait également l'eau oxygénée sur une très grande échelle ; c'est la maison Eyken et Leroy, de Lille.

Il a été dit que la production de la région parisienne était de 1 800 tonnes d'eau oxygénée ; elle doit être augmentée de 1 500 tonnes, ce qui porte le chiffre total à 3 300 tonnes.

Quant à la production du Nord, nous la reporterons sur la région lyonnaise, qui forme, comme nous allons le voir, un important centre de production de la France.

Elle comprend, en effet, cinq usines, à savoir : les maisons Gignoux et Cie ; Roymond et Ribouillet ; Bonnet, Ramel, Savigny, Giraud et Marnas ; Roche, à Yvours ; et Michaud et Cie, dont l'usine va

fonctionner d'ici peu. A signaler la maison Bouchard et Cie, qui a supprimé sa fabrication.

La production totale de la région lyonnaise et de la région du Nord atteint 8300 litres par jour.

A cette production correspond, de par la fabrication même, une certaine quantité de sulfate de baryum, dit *blanc fixe*. On doit l'évaluer à 1100 tonnes pour la région parisienne et à 850 tonnes pour les régions du Centre et du Nord.

Ajoutons, de suite, que la production est nulle pour tout le reste de la France.

Tandis que dans les régions de Paris et du Nord les producteurs ne sont pas consommateurs, dans la région lyonnaise une certaine partie de la fabrication est utilisée par le producteur même; nous signalerons particulièrement la maison Roche, qui fait le blanchiment des tresses de pailles, et la maison Bonnet, Ramel, Savigny, Giraud et Marnas, qui consomment, toutes deux, une grande partie de leur eau oxygénée.

En résumé, nous voyons que la fabrication de l'eau oxygénée en France se répartit comme suit :

| | |
|---|---|
| Région parisienne. . . . . . . . . . . . | 3 300 tonnes |
| Région du Nord et du Centre. . . . . . . | 2 500 — |
| Total . . . . . . . . . . | 5 800 tonnes |

Si nous envisageons maintenant la question de la fabrication du *bioxyde de baryum*, matière première de la fabrication de l'eau oxygénée, nous ne trouvons que trois ou quatre usines faisant le bioxyde.

Dans la région parisienne, il y a la Compagnie française des Produits oxygénés et la maison David; dans la région du Nord, la maison Eyken et Leroy. Nous ignorons s'il en est fabriqué dans la région lyonnaise.

La production doit être évaluée à 700 ou 750 tonnes.

Les importations et exportations ont été les suivantes :

*Importations et exportations de bioxyde de baryum* (en tonnes).

| ANNÉES | EXPORTATIONS | IMPORTATIONS | ANNÉES | EXPORTATIONS | IMPORTATIONS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1892 | 7 | 102 | 1896 | 30 | 306 |
| 1893 | 17 | 362 | 1897 | 41 | 255 |
| 1894 | 2 | 196 | 1898 | 2 | 305 |
| 1895 | 21 | 361 | | | |

Jusqu'en 1891, le bioxyde de baryum était compris sous la rubrique : produits chimiques non dénommés.

Voici, de plus, le détail des exportations et des importations pour l'année 1898 :

*Importations et exportations françaises de bioxyde de baryum en 1898* (en kilogr.).

| EXPORTATIONS | | IMPORTATIONS | |
|---|---|---|---|
| PAYS DE DESTINATION | KILOGR. | PAYS DE PROVENANCE | KILOGR. |
| Italie . . . . . . . . . | 1 930 | Angleterre . . . . . . . | 234 102 |
| Autres pays . . . . . . | 481 | Allemagne. . . . . | 70 436 |
| Total . . . . . . | 2 411 | Total . . . . . . | 304 538 |

Ces chiffres montrent que l'industrie du bioxyde de baryum n'est pas aussi importante qu'elle devrait l'être, et que toutes les quantités importées proviennent d'Angleterre et d'Allemagne.

Si cette industrie ne se trouve pas dans une situation avantageuse, cela tient surtout aux difficultés créées par les transports. Tandis que les fabricants allemands et anglais font leurs expéditions de bioxyde dans des fûts de bois et que le prix de revient de l'emballage n'est ainsi que de 2 francs, les fabricants français doivent placer leur produit dans des fûts en fer et l'emballage leur coûte 6 francs.

Mais le règlement français devient plus absurde encore, quand on examine la question des importations. En effet, on laisse voyager librement sur nos lignes de chemins de fer, des produits d'importation allemande ou anglaise placés dans de simples barils en bois. La situation a été signalée par la Chambre syndicale des produits chimiques au Ministère compétent, il y a déjà quelque temps, et rien n'a encore été changé dans cette situation.

Nous ne reviendrons pas sur le procédé actuellement employé pour la fabrication du bioxyde de baryum. Mais nous attirerons l'attention sur un brevet tout récent, pris par M. Moison, qui pourrait avoir quelque importance industrielle.

Le principe est le suivant : au lieu d'opérer la décomposition du bioxyde de baryum par l'acide chlorhydrique, on emploie l'acide carbonique :

$$BaO^2 + CO^2 + H^2O = CO^3Ba + H^2O^2$$

On fait arriver l'acide carbonique dans une cuve remplie d'eau, dans laquelle on verse petit à petit du bioxyde de baryum en poudre ; l'appareil comprend des dispositions spéciales pour l'arrivée d'acide carbonique et son mélange dans toute la masse.

On fait passer au filtre-presse le mélange eau oxygénée et carbonate de baryte. On enlève ce qui peut rester de carbonate par l'acide sulfurique. Le carbonate enlevé au filtrage est desséché et calciné avec du coke ; il redonne de la baryte et de l'oxyde de carbone. La baryte est de nouveau retransformée en bioxyde par oxydation.

Ce procédé, s'il peut être réalisé industriellement, donnerait évidemment un grand abaissement du prix de revient.

*Sulfites et bisulfites.* — Nous avons déjà vu que la production des sulfites, bisulfites et hyposulfites s'était localisée dans les régions de Paris, du Nord et du Nord-Ouest.

Cependant, dans la région lyonnaise, il se trouve une fabrique, la Société des usines chimiques du Rhône, sur laquelle nous aurons à revenir longuement et qui obtient les sulfites comme résidus dans certaines préparations, telles que celle des phénols, phénol ordinaire, résorcine, etc. Il sera question de ces composés, produits par voie synthétique, au chapitre des produits pharmaceutiques.

La production de sulfite provenant de cette fabrication est relativement très faible.

*Persulfates.* — Nous signalerons un produit relativement nouveau qui commence à être employé dans le blanchiment et en photographie. Ce composé, le persulfate d'ammoniaque, est obtenu par électrolyse: c'est l'importante Société d'électro-chimie qui le fabrique.

Nous avons dit ailleurs(1) qu'on l'obtenait par action du courant électrique sur le sulfate d'ammoniaque ; la formule de ce sel est la suivante :

$$SO^2 \begin{matrix} < O \\ < O(AzH^4) \end{matrix} \overline{\phantom{xx}} \begin{matrix} O > \\ (AzH^4)O > \end{matrix} SO^2.$$

Ce produit n'est encore fabriqué qu'en petites quantités. Il peut cependant être appelé à un certain avenir en tant qu'oxydant.

Léon Guillet,
*Ingénieur des Arts et Manufactures,*
*Licencié ès Sciences.*

*(A suivre.)*

# EXPOSITION DE 1900

## PASSERELLES RÉUNISSANT ENTRE ELLES les différentes parties de l'Exposition.

Par suite de la grande étendue occupée sur les berges de la Seine par les différentes installations de l'Exposition de 1900, il a été impossible d'adopter une enceinte unique qui aurait empêché toute circulation entre les deux rives de la Seine depuis le pont de la Concorde jusqu'à la passerelle de Passy, soit sur une longueur de 5 000 mètres environ. Il a été reconnu indispensable de conserver à la circulation générale les ponts de l'Alma et des Invalides qui desservent des voies de communication très importantes, de sorte que l'enceinte générale s'est trouvée, de ce fait, partagée en trois tronçons : l'un en amont du pont des Invalides, l'autre entre ce pont et celui de l'Alma, et le troisième en aval de ce dernier pont. Pour réunir ces divers tronçons en une seule et même enceinte, il a donc été nécessaire d'établir des passerelles les reliant entre eux en passant par-dessus les voies de communication que commandent les ponts des Invalides et de l'Alma.

D'autre part, la Seine partage encore en deux parties chacun de ces trois tronçons et il n'y avait que les deux tronçons extrêmes dont les parties constitutives fussent réunies par les ponts Alexandre III et d'Iéna. Il était donc nécessaire de relier entre elles les deux parties du tronçon central, et même de multiplier les moyens de communication entre les deux rives.

Les travaux exécutés dans ce but comprennent, en dehors de la passerelle établie entre les ponts d'Iéna et de l'Alma, et récemment décrite en détail dans le *Génie Civil*(2), un élargissement du pont d'Iéna et l'installation de deux passerelles métalliques doublant les ponts de l'Alma et des Invalides. En ces derniers points, d'autre part, pour passer au-dessus des voies publiques, on a construit deux groupes de deux passerelles en bois, à la décoration desquelles on a apporté un soin particulier. Nous allons décrire succinctement ces divers ouvrages.

Traversées de la Seine. — *Élargissement du pont d'Iéna.* — Les trottoirs du pont d'Iéna (fig 1 et 2) ont été élargis de 5 mètres chacun, au moyen d'un plancher supporté par des poutres à treillis, dont la portée est la même que celle des arches du pont. Ces poutres

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 6, p. 87.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 4, p. 49.

s'appuient à chacune de leurs extrémités sur des consoles encastrées sur les piles du pont.

Après avoir enlevé les parapets en pierre et les corniches, on ins-

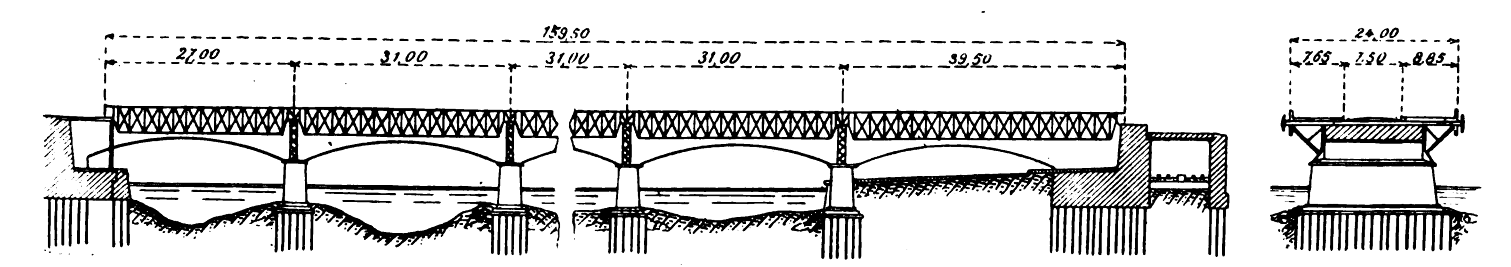



Fig. 1 et 2. — Élévation et coupe transversale du pont d'Iéna élargi.

talla les consoles qui sont réunies deux à deux par des tirants traversant la chaussée de part en part. Pour le montage de chaque travée du trottoir, on a d'abord placé les unes à la suite des autres, en regard

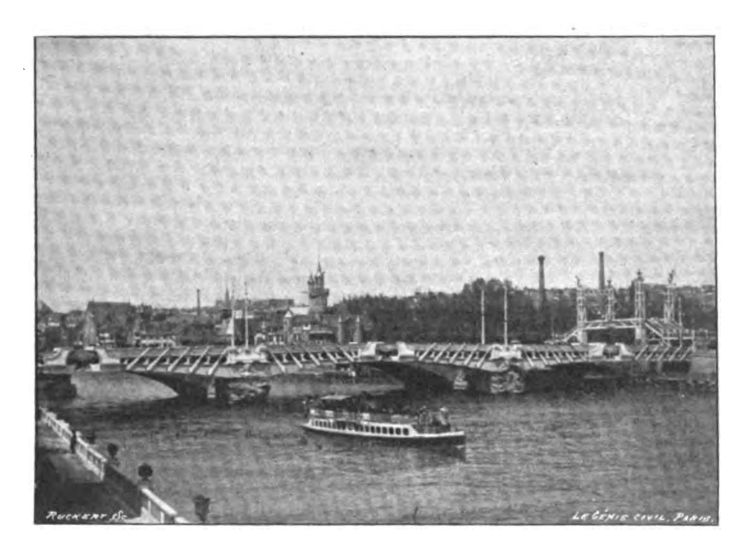


Fig. 3. — Vue de la passerelle du pont de l'Alma.

de leur position définitive, les entretoises sur le trottoir existant, de manière à leur laisser faire une saillie de 1m50 en porte-à-faux sur les maçonneries du pont. Ces pièces ont été bien nivelées et calées,

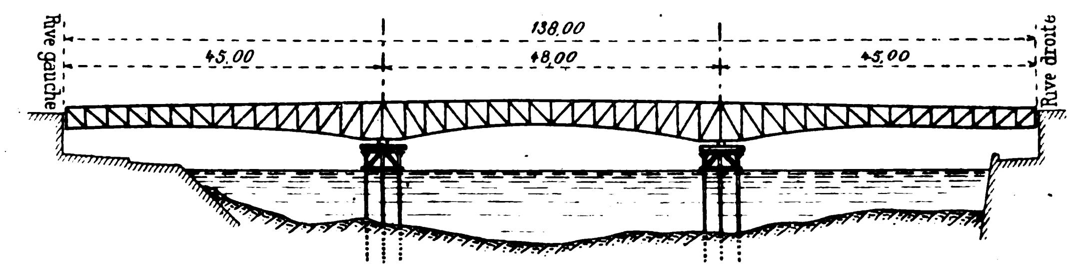



Fig. 4. — Élévation de la passerelle métallique du pont de l'Alma.

puis entretoisées et lestées à l'extrémité, vers l'intérieur du pont.

On a alors installé en pendentif sur les porte-à-faux des entretoises, une plate-forme permettant le montage facile des poutres à l'extrémité de ces porte-à-faux, puis on a réuni toutes les entretoises par un contreventement provisoire en bois. Le tout a été ensuite ripé à l'aide de vérins à vis sur des glissières en bois établies sur les consoles d'appui des poutres et ensuite descendu au niveau définitif. Pendant le mouvement de ripage, la plateforme de montage suivait le mouvement.

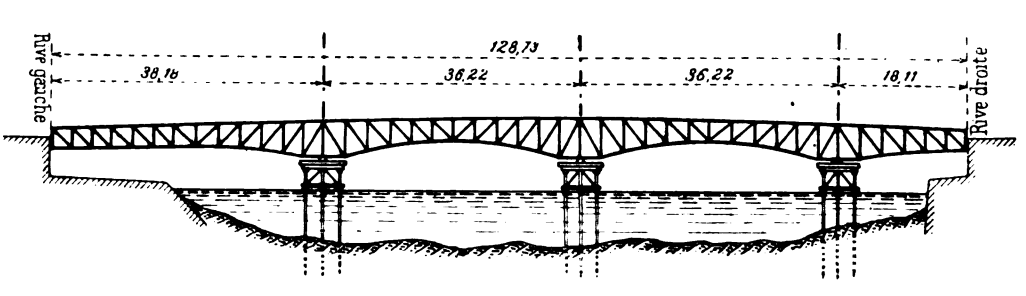



Fig. 5. — Élévation de la passerelle métallique du pont des Invalides.

*Passerelles en Seine près du pont de l'Alma et du pont des Invalides.* — En raison du caractère provisoire de ces passerelles, les piles en rivière ont été constituées par des palées en bois. On a été dès lors conduit pour la construction des tabliers (fig. 3 à 5) à adopter le type Cantilever, en vue de parer aux dénivellations éventuelles des appuis, tout en donnant aux membrures inférieures des poutres une forme en arc, démasquant complètement les arches des ponts qui sont dans leur voisinage immédiat. Un système de châssis métalliques spécial répartit uniformément la charge sur les pieux.

Pour la passerelle de l'Alma (fig. 3 et 4), on a construit successivement un échafaudage dans chaque travée de rive. La travée centrale a été montée en porte-à-faux, à l'aide d'une grue spéciale à deux flèches, roulant sur les membrures supérieures des poutres et munie de deux treuils de levage du même type que celui adopté pour la passerelle entre les ponts de l'Alma et d'Iéna. Une plate-forme de peu d'épaisseur pouvant monter et descendre à volonté était suspendue aux flèches de cette grue et se déplaçait avec elle. Cette plate-forme constituait un échafaudage suffisant pour les ouvriers monteurs et riveurs.

Pour la passerelle des Invalides (fig. 5), on a établi un échafaudage dans la première travée du côté du quai de la Conférence. Les autres travées ont été montées en porte-à-faux par les mêmes moyens et avec le même outillage que la travée centrale de la passerelle de l'Alma.

Ces deux passerelles ont été construites par la maison Daydé et Pillé, qui a également été chargée de l'élargissement du pont d'Iéna.

Traversée des voies publiques. — Les passerelles en bois, établies aux extrémités des ponts de l'Alma et des Invalides, traversent respectivement, aux abords de ces ponts, le carrefour Rapp-Bosquet et celui de l'Alma et les carrefours de La Tour-Maubourg et de l'avenue d'Antin.

*Passerelle Rapp-Bosquet.* — La passerelle du carrefour Rapp-Bosquet (côté quai d'Orsay) a 180 mètres de longueur, depuis le pavillon de la Roumanie, jusqu'au pavillon de la Presse. Elle est composée (fig. 6 et 8) de deux rampes en pente douce aux extrémités et d'un tablier suspendu à trois grandes fermes de 22 mètres de portée, franchissant la voie publique à 5 mètres de hauteur libre sous la construction, pour la partie milieu. Les parties les plus basses des rampes sont en pans de bois masqués par de faux rochers en ciment. Le tablier porté sur des poteaux isolés contreventés est surmonté de deux grands pavillons à jour terminés par une coupole en treillage.

Les pavillons servent en même temps de motifs de composition (l'un d'eux se présente dans l'axe de la passerelle latérale au pont de l'Alma) et de butée aux pieds des fermes. Dans les fermes en bois, dont la portée est relativement grande et le travail important, le fer n'a été employé que là où il était pratiquement impossible d'employer le bois, notamment pour les aiguilles de suspension du tablier, dont le travail est une extension. Il a été pris une disposition spéciale pour assurer un

bon assemblage des aiguilles qui se trouvent groupées par quatre au même endroit, deux pour maintenir l'écartement des arbalétriers, et deux pour la suspension du tablier.

Les bois employés dans cette construction ont été peints et vernis.



Fig. 6. — Vue de la passerelle Rapp-Bosquet.

L'ensemble de la passerelle est orné d'attributs forestiers, d'oiseaux et de feuillages en staff coloré dans la masse.

Les difficultés de montage de cette passerelle ont principalement

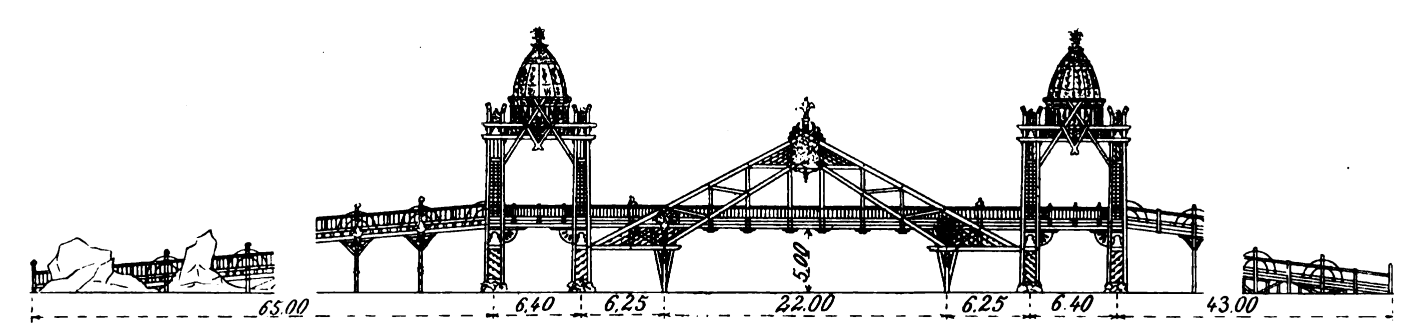



Fig. 8. — Élévation de la passerelle Rapp-Bosquet.

résidé dans les fondations, par suite de la présence, sur les deux tiers de sa longueur, d'un égout placé exactement au-dessous, avec chambre de désablement latérale et dont l'extrados se trouve relativement près du sol. On a dû renforcer la stabilité des voûtes au moyen d'étaiements provisoires.

Toutes les fondations, sous les pans de bois, poteaux et autres fondations de charpente, sont exécutées en béton de ciment, armé d'une forte paillasse en fers ronds, avec un empattement tel que la charge par centimètre carré ne dépasse pas 5 kilogr. aux endroits les plus chargés (calculés avec une surcharge de 600 kilogr. par mètre carré).

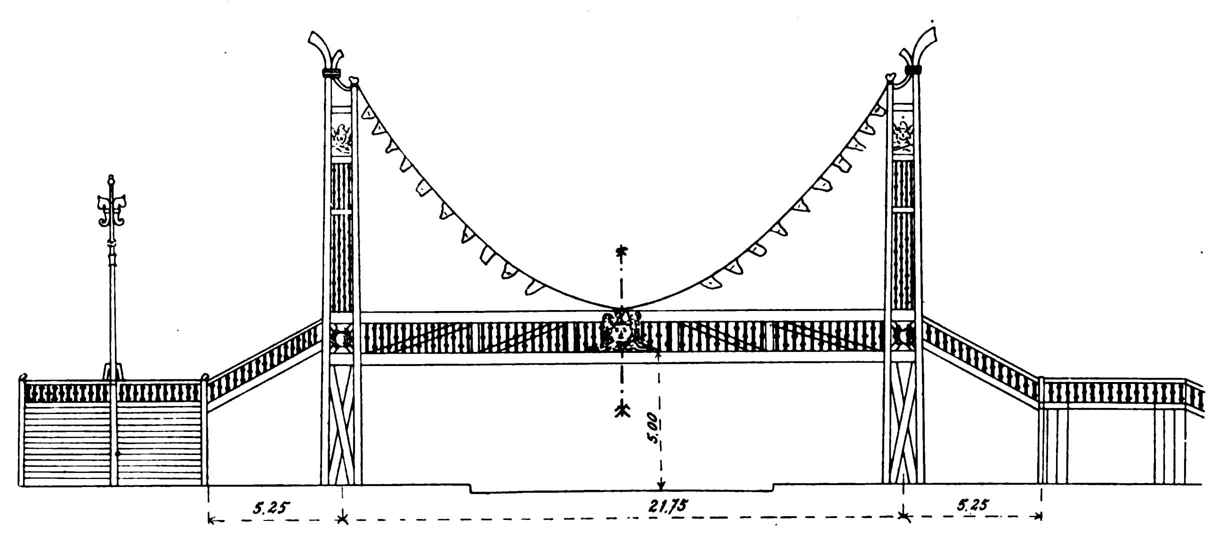



Fig. 9. — Élévation de la passerelle de l'Alma.

*Passerelle de l'Alma.* — La passerelle du carrefour de l'Alma, de dimensions plus modestes que la précédente (fig. 7 et 9), est composée d'emmarchements vers le Palais de l'Économie sociale et vers le Vieux-Paris, et de trois poutres de 19 mètres de portée sur lesquelles repose le plancher qui franchit la voie publique.

Les fondations de cette passerelle ne reposent pas sur le vide comme celles de la passerelle Rapp-Bosquet ; mais la répartition de la charge a été assurée de la même façon. Les poutres sont entièrement en bois, sauf les aiguilles travaillant à l'extension, qui sont en fer.

Les bois ont été peints bleu et rouge, et les pylônes portant les abouts de poutres prolongés au-dessus du tablier en portiques décorés d'attributs marins et de treillages. Les staffs sont également ici colorés dans la masse.

Ces deux passerelles en bois du pont de l'Alma ont été exécutées

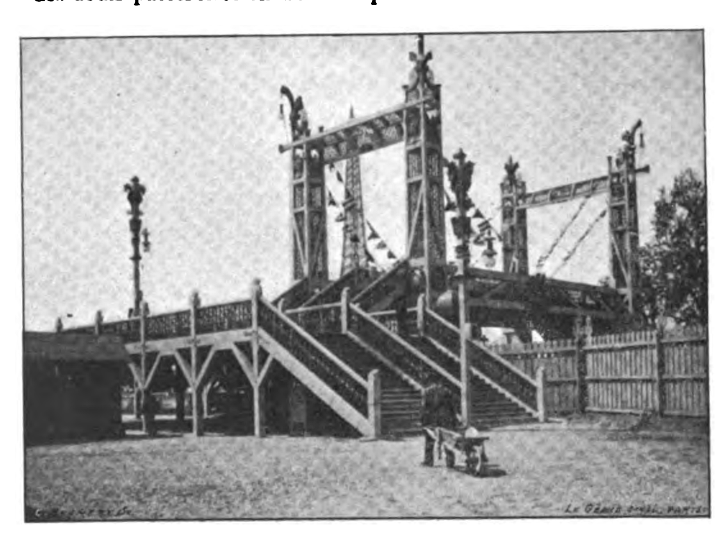


Fig. 7. — Vue de la passerelle de l'Alma.

d'après les plans de M. Mewès, architecte, qui a été chargé également de la décoration de la passerelle métallique parallèle au pont.

Cette décoration (fig. 3) consiste essentiellement en une suite de panneaux en bois figurant un pont de bateaux mis bout à bout et portés en Seine sur de faux rochers.

*Passerelle de La Tour-Maubourg.* — La passerelle de La Tour-Maubourg (fig. 10 et 12) répond à une conception toute différente de celle des passerelles précédentes ; construite d'une façon très simple, elle est décorée avec une extrême sobriété.

Reliant l'esplanade des Invalides et le pont Alexandre III à la rue des Nations, elle est, en son milieu, au niveau de la plate-forme mobile circulaire sur laquelle elle permet d'accéder directement. Elle est essentiellement constituée par une travée médiane de 13 mètres de largeur, au-dessus de la chaussée de l'avenue, avec hauteur libre sous poutre de 5 mètres et par deux rampes d'accès de 72 et 80 mètres de longueur. Le plancher et supporté par une série de poteaux de faibles dimensions ; il est bordé d'une balustrade en bois sans ornement. Aux

deux extrémités de la passerelle se trouvent des mâts avec oriflammes. La passerelle est peinte uniformément en blanc.

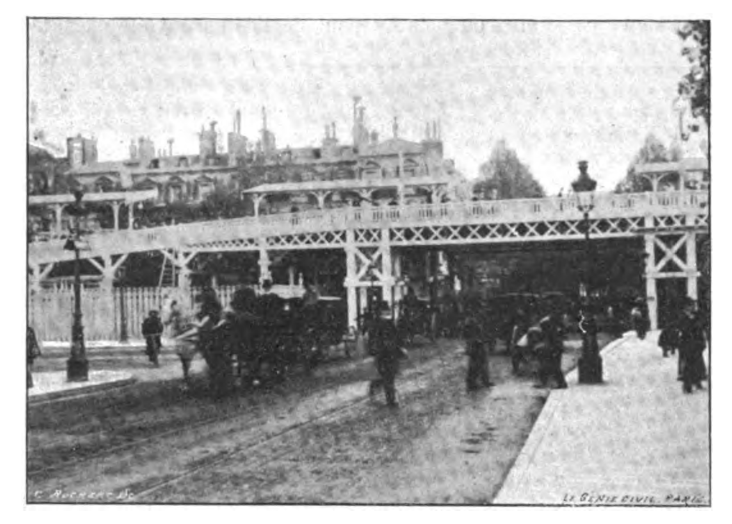


Fig. 10. — Vue de la passerelle de La Tour-Maubourg.

*Passerelle de l'avenue d'Antin.* — La passerelle de l'avenue d'Antin (fig. 11 et 13) dénote une recherche un peu plus grande au point de vue décoratif. Reliant, au-dessus de la voie publique, les jardins des Palais des Champs-Élysées à la rue de Paris, elle comprend deux travées centrales de 19 mètres de portée, au-dessus de la chaussée, puis, de part et d'autre, deux travées, également sous poutres droites de 6 mètres de portée et enfin deux rampes d'accès dont les longueurs sont respectivement de 64 et 60 mètres.

La partie médiane en palier de cette passerelle est supportée par trois groupes de pylônes, combinés à des fermes, armées de tirants de fer qui déterminent, pour les travées de 19 mètres, des points d'appui supplémentaires. On a, en définitive, en ces points, un véritable pont suspendu. Les fermes combinées aux trois groupes de pylônes sont heureusement utilisées pour la décoration du pont. Au sommet des

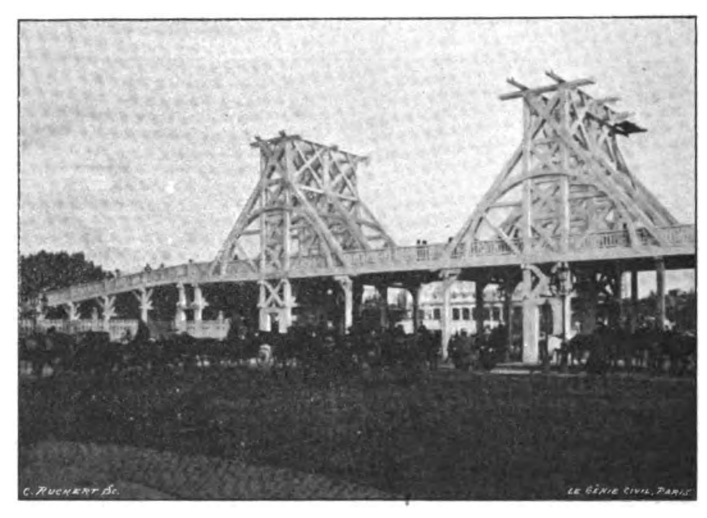


Fig. 11. — Vue de la passerelle d'Antin.

pylônes sont disposées des lampes à arc et des oriflammes. Les bois sont uniformément peints en blanc. Cette passerelle, ainsi que les trois précédentes, est divisée en deux parties séparées par une balustrade sur toute sa longueur. L'une des moitiés du plancher est réservée aux visiteurs se déplaçant dans un sens, l'autre à ceux qui vont en sens inverse. On a pu éviter ainsi les encombrements dus à l'affluence des visiteurs.

Ces deux dernières passerelles ont été construites par M. Gautier, architecte, qui a également décoré la passerelle métallique voisine du pont des Invalides. L'élément essentiel de cette décoration est formé de grands tympans, placés au-dessus des piles et au milieu desquels se détachent des coqs gaulois.

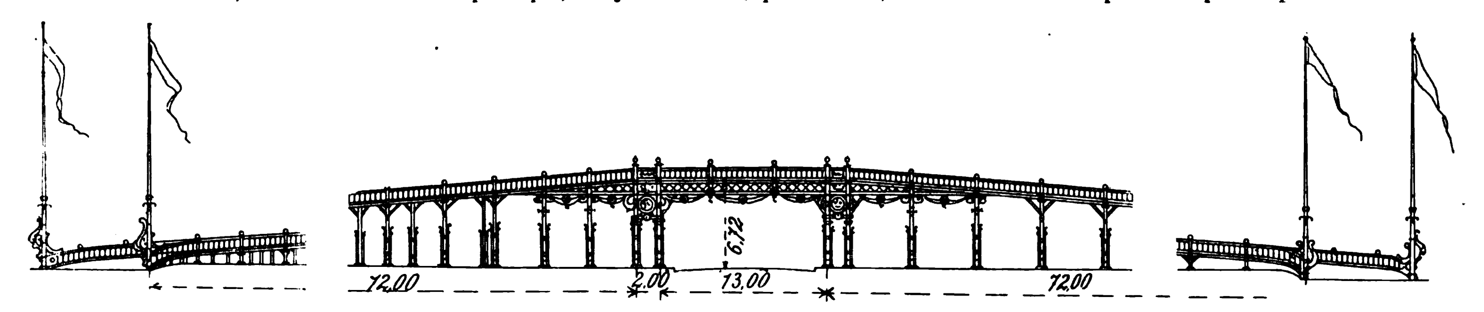



Fig. 12. — Élévation de la passerelle de La Tour-Maubourg.

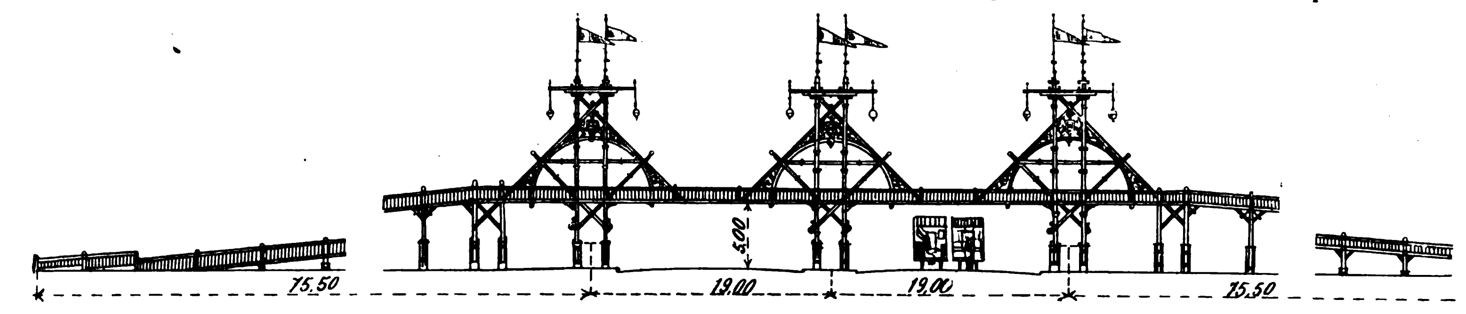



Fig. 13. — Élévation de la passerelle d'Antin.

## VARIÉTÉS

### Prix de revient du cheval-heure effectif obtenu par les moteurs à gaz des hauts fourneaux.

Dans le *Stahl und Eisen* du 15 avril 1900, M. Munzel, directeur de la maison Otto de Deutz, établit comme suit le prix de revient de la puissance obtenue par l'utilisation des gaz des hauts fourneaux dans les moteurs à explosion.

Le prix d'une installation de 1000 chevaux est d'environ 250000 fr.

Admettons un taux d'intérêt de 4 % et 7,5 % d'amortissement. Il faut alors compter :

$$\frac{250000 \times 11,5}{100} = 28750 \text{ francs}$$

par an pour l'intérêt et l'amortissement, soit :

28 fr. 75 par cheval et par an.

Pour la surveillance et l'entretien, M. Munzel admet 2500 francs par an, soit :

2 fr. 50 par cheval et par an.

Reste à évaluer la valeur du gaz. M. Munzel procède de la façon suivante : il dit que les moteurs alimentés par le gaz pauvre de gazogènes consomment environ 0kg6 de coke par cheval-heure. Il assimile le haut fourneau à un gazogène et dit (d'une façon absolument arbitraire, selon nous) que l'on peut admettre que dans le haut fourneau un tiers de cette quantité de coke correspond au volume de gaz nécessaire. Par suite, il admet qu'il faut 0kg2 de coke par cheval-heure, ce qui, au prix de 21 fr. 25 par tonne de coke, et à raison de 20 heures de travail par jour et de 300 journées de travail par an, représente :

$$0,2 \times 0,02125 \times 20 \times 300 = 25 \text{ fr. } 50 \text{ par cheval et par an.}$$

Il avait trouvé précédemment 28 fr. 75 pour les intérêts et l'amortissement, 2 fr. 50 pour l'entretien et la surveillance; la dépense totale par cheval et par an serait donc :

$$28,75 + 2,50 + 25,50 = 56 \text{ fr. } 75.$$

soit par cheval-heure : $\frac{65,75}{300 \times 20} = 0$ fr. 0095 ou 0,95 centimes.

A notre avis, le calcul ainsi présenté par le directeur de la maison Otto est par trop avantageux pour les moteurs à gaz, et il convient de rectifier les chiffres.

Admettons le prix de 250000 francs pour le premier établissement, car M. Munzel est bien à même de le donner d'une façon précise.

Nous trouvons que le taux de l'amortissement pour des moteurs à gaz, soumis à un travail très dur, devrait être de 10 %.

Pour l'intérêt (à 4 %) et l'amortissement, il faudrait alors compter :

$$\frac{250000 \times 14}{100} = 35000 \text{ francs par an,}$$

soit 35 francs par cheval et par an.

M. Munzel ne compte que 2500 francs pour la surveillance et l'entretien. Ce chiffre est manifestement trop bas, même dans le cas d'une grande station de 5 à 10000 chevaux qui permet de réduire un peu les frais de surveillance par unité de 1000 chevaux. Pour une station de 1000 chevaux, il faut un mécanicien de jour et un de nuit, ce qui, à raison de 5 francs par poste et 300 jours de travail, représente :

$$5 \times 2 \times 300 = 3000 \text{ francs par an.}$$

Le graissage et l'entretien de ces moteurs qui chauffent beaucoup, doit coûter 5 à 6000 francs; admettons 6000 francs. Il y a donc, du chef de la surveillance et de l'entretien, une dépense de 9000 francs par an, soit :

9 francs par cheval et par an.

Enfin, au point de vue de l'estimation de la valeur du gaz, notre manière de voir diffère absolument de celle de M. Munzel, et nous ne saurions adopter son chiffre arbitraire de 0kg2 de coke par cheval-heure. La seule façon logique d'estimer la valeur du gaz est de traduire en houille le nombre de calories consommées, car il s'agit de l'utilisation d'un combustible qu'on aurait pu brûler sous des chaudières.

Or il faut environ 3m35 de gaz par cheval-heure, et ce gaz contient 950 calories par mètre cube. La consommation de calories par cheval-heure est donc de : $950 \times 3,5 = 3325$ calories.

Comparé à de la houille ayant une puissance calorifique de 8000, le gaz consommé correspond à :

$$\frac{3325}{8000} = 0^{kg}416 \text{ de houille.}$$

Les prix actuels de la houille ne peuvent servir de base à un calcul de ce genre. Nous adoptons le prix de 15 francs par tonne (1).

La dépense annuelle, à raison de 20 heures de travail par jour et 300 jours de travail par an, est alors de :

$$0,416 \times 0,015 \times 20 \times 300 = 37 \text{ fr. } 45 \text{ par cheval.}$$

Additionnons les trois dépenses partielles par cheval et par an, nous aurons la dépense totale qui s'élève à :

$$35 + 9 + 37,45 = 81 \text{ fr. } 45.$$

soit par cheval-heure : $\frac{81,45}{300 \times 20} = 0$ fr. 0136

Le prix de revient du cheval-heure est donc de 1,36 centime.

En montrant que le prix indiqué par M. Munzel devrait être majoré d'environ 40 %, nous n'avons nullement voulu médire des moteurs à gaz dont nous avons préconisé l'emploi dès le début de leur apparition (2), car même dans les conditions ci-dessus, les moteurs à gaz des hauts fourneaux nous fournissent l'énergie à un prix infiniment inférieur à celui qu'on peut réaliser par l'emploi des machines à vapeur.

Aug. DUTREUX,
*Ingénieur aux Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons.*

(1) Ce prix variera naturellement d'une région à l'autre.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 12, p. 181 et n° 13, p. 197.

# EXPOSITION DE 1900

## LE JURY DES RÉCOMPENSES

### Liste complémentaire des membres français du Jury.

Par décret du 22 juin dernier, la liste des Membres français du Jury des récompenses, qui a déjà été publiée dans les numéros du *Génie Civil* des 19, 26 mai et 16 juin, doit encore être complétée par les noms suivants :

**Classe 1.** — M. BAYET, directeur de l'enseignement primaire au Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

**Classe 4.** — M. GUÉRIN (Alphonse), architecte, directeur de l'École normale d'enseignement du dessin.

**Classe 5.** — M. MAGNIEN (Lucien), professeur départemental d'agriculture.

**Classe 7.** — M. CARRIÈRE (Eugène), artiste peintre.

**Classe 13.** — *Suppléant :* M. FASQUELLE, libraire-éditeur.

**Classe 16.** — M. GALIPPE (le docteur), chef de laboratoire à la Faculté de médecine de Paris.

**Classe 17.** — *Suppléant :* M. BORD (Antoine), pianos.

**Classe 18.** — *Suppléant :* M. GROS (J.-M.), critique dramatique.

**Classe 28.** — MM. DRU (Léon), sondages; - GOUGELET (Henri), fabricant de plâtre.

**Classe 32.** — M. AIGOIN, président du Comité central de l'Union des tramways de France.

**Classe 35.** — M. BARIAT (Julien), ingénieur-constructeur.

**Classe 38.** — M. CORNET (Lucien), député.

**Classe 39.** — MM. BACHELET, président du syndicat agricole de l'arrondissement d'Arras; - BARIELLE, négociant; - FOUQUIER D'HEROUEL (René), agriculteur; - LEPEUPLE (Paul), ancien président de la Société des agriculteurs du Nord; - POTIÉ (Auguste), président de la Société des agriculteurs du Nord; - VALÉRY (Jean), négociant en huiles.

**Classe 40.** — M. FRIANT, directeur de l'École de laiterie de Poligny; - ROGER (G.), bactériologiste; - *Suppléant :* M. BRETEL (Eugène), négociant.

**Classe 41.** — M. CHAMPAGNE (Henri), plantes tinctoriales et médicinales.

**Classe 53.** — M. BERTHOULE (Amédée), pisciculture.

**Classe 55.** — M. TROUBAT (Antonin), minotier.

**Classe 60.** — MM. le docteur CHANUT, président du Comice agricole et viticole de Nuits-Saint-Georges; - CHEVALIER, négociant en vins; - TERMES-DUBROCA, viticulteur; - DUMAS, vice-président de la Chambre de commerce de Villefranche (Rhône); - DURAS (Eugène), eaux-de-vie; - GIRARDIN, président de la Chambre syndicale des débitants de vins du département de la Seine; - GOUVERT (Joseph); - JANNEAU (Pierre-Louis), eaux-de-vie d'Armagnac; - THOMAS-BASSOT père, viticulteur; - LÉVÊQUE (Frédéric), viticulteur; - MUGNIER (Frédéric), distillateur; - LETELLIER (Ferdinand), distillateur; - MESSINE (Hippolyte), membre de la Chambre de commerce de Montpellier; - ROUGET, viticulteur; - RÉMY (Martin-Paul), cognacs; ; - SAVIGNON (Henri), viticulteur; - *Suppléants :* MM. GAUCHER, viticulteur; - LEVILLAIN (Émile), vins et eaux-de-vie; - DENUZIÈRE (Ch.), membre de la Chambre de commerce de Saint-Étienne.

**Classe 61.** — MM. AYMARD (Jules), distillateur-liquoriste; - BEAUCHAMPS (Louis), distilleries, raffineries d'alcools; - BLANCHARD, distillateur; - COULON (Anatole), importateur de rhums; - COURTHIAL (Siméon), négociant en vins; - GALLAND (Jules), distillateur.

**Classe 62.** — M. DUBOIS, cidres.

**Classe 63.** — M. LAGOUT (René), ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, administrateur-délégué de la Société ardoisière de l'Anjou.

**Classe 64.** — MM. CAPITAIN-GENY (Edmond), maître de forges; - CHAPPÉE (Armand), constructeur-fondeur.

**Classe 65.** — M. TURBOT, câbles métalliques, chaînes et ancres.

**Classe 71.** — M. BÉGUET, président de la Chambre syndicale de la miroiterie

**Classe 72.** — MM. BOULENGER (Paul), faïences; - GARDAIRE, céramiste.

**Classe 73.** — M. HAYEZ (Paul), vice-président de la Chambre syndicale des fabricants de cristaux et verreries de France.

**Classe 75.** — MM. LEBON (Alfred), Ingénieur des Arts et Manufactures, vice-président de la Société technique de l'industrie du gaz ; - SAINT-PAUL (Bertrand), conducteur municipal, chef du service de l'éclairage.

**Classe 77.** — MM. OLIVIER (Léon), machines pour tissages; - WADDINGTON (Ch.), tissus de coton écrus et de fantaisie.

**Classe 78.** — MM. BOERINGER (Eugène), Ingénieur des Arts et Manufactures; impressions sur tissus; - KEITTINGER (Maurice), indiennes.

**Classe 81.** — M. CRESPEL (Albert), fils de lin retors.

**Classe 82.** — MM. STACKLER (Joseph), manufacturier; - REYMOND (Étienne), président du Tribunal de commerce de Vienne; - RODET (Paul), manufacturier à Dieulefit (Drôme). — *Suppléant :* M. FRAENCKEL (Paul), draps.

**Classe 84.** — M. NOIROT-BIAIS (Henri), dorures, passementeries.

**Classe 85.** — MM. CARETTE, maître tailleur; - MORHANGE (Alfred), robes et manteaux; - RICOIS (Ernest), directeur-gérant des magasins du Bon-Marché.

**Classe 86.** — MM. HELLSTERN, chaussures; - VIVENT, boutons.

**Classe 87.** — MM. BOUDE (Fr.), raffinage de soufre; - DEBUCHY (Émile), Ingénieur des Arts et Manufactures, produits pharmaceutiques et antiseptiques

**Classe 88.** — *Suppléant :* M. OUTHENIN-CHALANDRE (Gaston), papiers.

**Classe 89.** — MM. DESSELAS (André), mégissier à Saint-Junien (Haute-Vienne); - KREMPP (Guillaume), matériel et outils pour le travail des cuirs et des peaux; - PINAULT (Eugène).

**Classe 90.** — MM. BAGOT (A.), savonnerie, parfumerie; - BRACH, dentifrice (eau de Botot).

**Classe 91.** — M. BOCA, Ingénieur civil, expert en tabacs.

**Classe 94.** — M. ARTUS (Émile), membre de la Commission supérieure des Beaux-Arts.

**Classe 96.** — M. HOUR (Charles), horlogerie.

**Classe 98.** — MM. BERTON (H.), gainerie; - PITET aîné (Ch.), brosses et pinceaux.

**Classe 99.** — M. LAFLÈCHE (Jules), tissus élastiques.

**Classe 105.** — *Suppléant :* M. GAUGER (Eugène), encres d'imprimerie.

**Classe 106.** — M. CAZALET (Charles), administrateur délégué de la Société bordelaise des habitations à bon marché.

**Classe 108.** — M. ROCHETIN (Eugène), économiste.

**Classe 109.** — *Suppléant :* M. DENNERY (Michel).
**Classe 111.** — M. TRÉLAT (Émile), architecte.
**Classe 112.** — M. le docteur MILLON (René).
**Classe 113.** — MM. DELONCLE, maître des requêtes au Conseil d'État; - GUILLEMANT (Paul), Ingénieur des Arts et Manufactures.
**Classe 115.** — MM. DEMAGNY, fabricant de beurre; - HUYARD (Étienne), produits chimiques. — *Suppléant :* M. SIMON aîné, liquoriste.
**Classe 119.** — M. LE DO, capitaine de vaisseau.

---

### Le Jury supérieur des récompenses.

Par décret, en date du 22 juin 1900, le Jury supérieur des récompenses (1) comprendra, outre les membres de droit désignés à l'article 79 du décret du 4 août 1894 portant règlement général de l'Exposition universelle de 1900, et notamment les commissaires généraux de l'Allemagne, de l'Autriche, de la Belgique, de la Bulgarie, de l'Équateur, de l'Espagne, des États-Unis, de la Grande-Bretagne, de la Grèce, de la Hongrie, de l'Italie, du Japon, du Mexique, du Portugal, de la Roumanie, de la Russie, de la Suisse, qui comptent plus de 500 exposants inscrits au catalogue :

MM.

Les anciens Ministres du Commerce et de l'Industrie depuis le décret qui a institué l'Exposition;
BERTHELOT, sénateur, ancien ministre des Affaires étrangères et de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, membre de l'Académie des Sciences;
BOULANGER, sénateur;
BENJAMIN-CONSTANT, membre de l'Académie des Beaux-Arts;
Le comte DE CAMONDO, Commissaire général de Serbie;
CHAPLAIN, membre de l'Académie des Beaux-Arts;
W. CHRISTOPHERSEN, Commissaire général de Norvège;
ALF. CORNU, membre de l'Académie des Sciences;
DEPELLEY, Commissaire général de la principauté de Monaco;
DETAILLE, membre de l'Académie des Beaux-Arts;
DEVELLE, ancien Ministre de l'Agriculture et des Affaires étrangères;
DE FREYCINET, sénateur, membre de l'Académie française et de l'Académie des Sciences, ancien Président du Conseil des Ministres.
GÉRÔME, membre de l'Académie des Beaux-Arts;
GRÉARD, membre de l'Académie française, vice-recteur de l'Académie de Paris;
GUILLAUME, membre de l'Académie française et de l'Académie des Beaux-Arts, directeur de l'École de France à Rome;
HANOTAUX, membre de l'Académie française;
DE KOWALEWSKI, conseiller privé, directeur du département du Commerce et des Manufactures au Ministère des Finances de Russie, Président de la Commission impériale de Russie;
LARROUMET, secrétaire perpétuel de l'Académie des Beaux-Arts;
MAREY, membre de l'Académie des Sciences;
MÉZIÈRES, député, membre de l'Académie française;
Le baron MICHIELS VAN VERDUYNEN, Président de la Commission royale et Commissaire général des Pays-Bas;
MOSER, Commissaire général de Bosnie-Herzégovine;
Georges PICOT, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences morales et politiques;
Le comte RABEN-LEVETZAU, Président du Comité et Commissaire général du Danemark;
RICHEMOND, ancien Président du Tribunal de Commerce de la Seine, régent de la Banque de France;
ROMA, Président de la Commission de Grèce;
SARDOU, membre de l'Académie française;
SCHLŒSING, membre de l'Académie des Sciences;
THIEL, Commissaire général de Suède;
TORIBJO SANZ, Commissaire général du Pérou;
TUCK, ancien Commissaire général adjoint des États-Unis à l'Exposition universelle de 1889;
VAPEREAU, Commissaire général de Chine;
VAUDREMER, membre de l'Académie des Beaux-Arts;
Le Président du Tribunal de Commerce de la Seine;
Le Président de la Chambre de Commerce de Paris;
Le Chef du Cabinet du Ministre du Commerce;
L'Adjoint au Commissaire général;
L'Ingénieur en chef des services électriques;
L'Ingénieur en chef des services mécaniques;
L'Architecte en chef des installations;
Le Délégué principal des Congrès;
Le Chef du Secrétariat général;
Le Chef du service du catalogue, des diplômes et des médailles
Le Délégué aux expositions des Beaux-Arts.

Le même décret constitue de la manière suivante le bureau du Jury supérieur des récompenses :

*Président :* M. Léon BOURGEOIS, député, ancien Président du Conseil des Ministres.

*Vice-Présidents :* MM. MAGNIN, Vice-Président du Sénat; - AYNARD, Vice-Président de la Chambre des Députés; - POIRIER, sénateur, ancien Président de la Chambre de Commerce de Paris; - BERTHELOT, sénateur; - GUILLAUME, membre de l'Académie française et de l'Académie des Beaux-Arts.

*Secrétaires :* MM. le Secrétaire de la Direction générale de l'exploitation; - le Délégué au service général des sections étrangères; - le Délégué au service général de la section française; - CLAUDE-LAFONTAINE, banquier, membre trésorier de la Chambre de Commerce de Paris, secrétaire du Comité supérieur de revision; - SOHIER, juge au Tribunal de Commerce de la Seine, secrétaire du Comité supérieur de revision.

Enfin des secrétaires administratifs, choisis par le Ministre du Commerce et de l'Industrie, sur la proposition du Commissaire général, pourront être attachés au Jury supérieur, avec voix consultative.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 3, p. 43.

---

### Nominations des Bureaux des Jurys de Groupe.

Par décret également en date du 22 juin 1900, les bureaux des Jurys de groupe (1) sont constitués comme suit :

GROUPE I. — **Éducation et Enseignement.**
Président : M. Léon BOURGEOIS; - Vice-Présidents : MM. CINCINNATO DA CORTA *(Portugal)*, Joseph PAVONCELLI *(Italie)*, RABIER; - Secrétaire : M. LEMONNIER.

GROUPE II. — **Œuvres d'art.**
Président : M. BONNAT; - Vice-Présidents : MM. le comte Isaac DE CAMONDO *(Italie)*, - le docteur CUYPERS *(Pays-Bas)*, H.-W.-B. DAVIS *(Grande-Bretagne)*; - Secrétaire : M. MOYAUX.

GROUPE III. — **Instruments et procédés généraux des lettres, des sciences et des arts.**
Président : M. le professeur James H. GORE *(États-Unis)*; - Vice-Présidents : MM. Henri BELIN, le colonel LAUSSEDAT; - Secrétaire : M. KEÜFER.

GROUPE IV. — **Matériel et procédés généraux de la mécanique.**
Président : M. Guillaume HARTMANN *(Allemagne)*; - Vice-Présidents : MM. BARIQUAND, HIRSCH, TIMMERMANS *(Belgique)*; - Secrétaire : M. KREBS.

GROUPE V. — **Électricité.**
Président : M. MASCART; - Vice-Présidents : MM. HERING *(États-Unis)*, MOISSAN, le colonel TURETTINI *(Suisse)*; - Secrétaire : M. SCIAMA.

GROUPE VI. — **Génie civil. — Moyens de transport.**
Président : M. GUILLAIN, député; - Vice-Présidents : MM. le chevalier Rodolphe DE GRIMBURG *(Autriche)*, Francisque REYMOND, DE ROSE *(Belgique)*; - Secrétaire : M. Charles BAUDRY.

GROUPE VII. — **Agriculture.**
Président : M. Eugène TISSERAND; - Vice-Présidents : MM. LENINE *(Russie)*, le baron Arnoult THENARD, le docteur THIEL *(Allemagne)*; - Secrétaire : M. CABARET.

GROUPE VIII. — **Horticulture et Arboriculture.**
Président : M. le docteur VIGER; - Vice-Présidents : MM. Charles BALTET, Hayato FOUKOUBA *(Japon)*, Jean SOUPERT *(Grand-Duché de Luxembourg)*; - Secrétaire : M. CHATENAY.

GROUPE IX. — **Forêts, chasse, pêche, cueillettes.**
Président : M. GOY; - Vice-Présidents : MM. BAKER *(États-Unis)*, GERVILLE-RÉACHE, KISS DE NEMESKER *(Hongrie)*; - Secrétaire : M. CHOSSONNERIE.

GROUPE X. — **Aliments.**
Président : M. Charles PREVET; - Vice-Présidents : MM. Émile BOIRE, KONOVALOF *(Russie)*, le marquis DE VILLALOBAR *(Espagne)*; - Secrétaire : M. Georges HARTMANN.

GROUPE XI. — **Mines et métallurgie.**
Président : M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE; - Vice-présidents : MM. BELA DE LA GRAENZENSTEIN *(Hongrie)*, le baron Robert DE NERVO, DE WAHLBERG *(Suède)*; - Secrétaire : M. Charles OUACHÉE.

GROUPE XII. — **Décoration et mobilier des édifices publics et des habitations.**
Président : M. Georges BERGER; - Vice-présidents : MM. Émile GALLÉ, Arthur KRUPP *(Autriche)*, CHRISTOPHER SMITH *(Norvège)*; - Secrétaire : M. Louis BOURGAUX.

GROUPE XIII. — **Fils, tissus, vêtements.**
Président : M. Charles BALSAN; - Vice-présidents : MM. Ernest DE ANGELI *(Italie)*, JORDANA Y MORERA JOSÉ *(Espagne)*; - Secrétaire : M. Auguste CHABRIÈRES.

GROUPE XIV. — **Industries chimiques.**
Président : M. le docteur WITT *(Allemagne)*; - Vice-présidents : MM. SALOMON-GORDON *(Grande-Bretagne)*, LAROCHE-JOUBERT, TROOST; - Secrétaire : M. Georges LEFEBVRE.

GROUPE XV. — **Industries diverses.**
Président : M. le colonel DAVID PERRET *(Suisse)*; - Vice-présidents : MM. Henri BOUILHET, Alfred BRICARD, LUEDERS *(Allemagne)*; - Secrétaire : M. Victor CHAMPIER.

GROUPE XVI. — **Économie sociale, hygiène, assistance publique.**
Président : M. Jules SIEGFRIED; - Vice-présidents : MM. le docteur BROUARDEL, DE RAFFALOVITCH *(Russie)*, WILLOUGHBY *(États-Unis)*; - Secrétaire : M. Eugène NAVARRE.

GROUPE XVII. — **Colonisation.**
Président : M. Paul DISLÈRE; - Vice-présidents : MM. le vicomte DE FARIA *(Portugal)*, LE MYRE DE VILERS, le comte Léon DE MOLTKE-HVITFELD *(Danemark)*; - Secrétaire : M. BINGER.

GROUPE XVIII. — **Armées de terre et de mer.**
Président : M. le contre-amiral SELENOY *(Russie)*; - Vice-présidents : MM. le colonel ISTRATI *(Roumanie)*, HUIN, DE LA NOE; - Secrétaire : M. CHABERT.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 3, p. 43.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 25 juin 1900.*

**Chimie.** — *Sur le développement et la propagation de l'onde explosive.* Note de M. H. Le Chatelier.

Au cours de recherches sur la détonation de l'acétylène, MM. Berthelot et H. Le Chatelier avaient eu l'occasion de constater que la méthode photographique se prêtait à l'étude de l'onde explosive. Sur le conseil de M. Berthelot, M. H. Le Chatelier a appliqué cette méthode à l'étude des particularités que peut présenter le développement et la propagation de cette onde. Ses expériences ont porté sur des mélanges d'acétylène avec l'oxygène et les composés oxygénés de l'azote et sur le mélange tonnant de l'oxyde de carbone avec l'oxygène.

**Chimie organique.** — *Hydrogénation de l'éthylène en présence de divers métaux réduits.* Note de MM. Paul Sabatier et J.-B. Senderens.

Les expériences de MM. P. Sabatier et J.-B. Senderens ont confirmé leur prévisions (1). Elles montrent que, comme le nickel réduit (2), le cobalt, le cuivre, le fer réduits, sont capables de provoquer l'hydrogénation de l'éthylène, mais leur activité est moindre. Tandis que le *nickel* réagit à froid et indéfiniment, le *cobalt* n'agit à froid que pendant un temps très limité : à chaud, son action est assez rapide, mais diminue au fur et à mesure de la carburation du métal.

Le *cuivre* agit moins vite encore, et seulement au-dessus de 180° ; mais il ne s'altère pas et peut, dans ces conditions, servir très longtemps à effectuer la réaction.

Le *fer* est de tous le moins convenable : au-dessus de 180°, il agit lentement et son activité, déjà médiocre au début, diminue peu à peu.

Cette altération lente du cobalt et du fer par carburation dans le mélange d'éthylène et d'hydrogène conduit à penser que ces métaux doivent réagir dans une certaine mesure sur l'éthylène seul.

**Chimie physiologique.** — *Sur la diastase protéolytique du malt.* Note de MM. A. Fernbach et L. Hubert, présentée par M. Duclaux.

La présence d'une diastase protéolytique dans le malt, depuis longtemps soupçonnée, n'a jamais été démontrée d'une façon satisfaisante. On sait bien, d'une manière générale, que, pendant la germination des graines, la solubilisation des réserves azotées s'opère par l'intermédiaire de diastases protéolytiques. Mais on peut se demander si une diastase semblable est produite en quantité notable pendant la germination écourtée à laquelle le grain d'orge est soumis pendant le travail industriel du maltage, si elle subsiste dans le malt touraillé à haute température pour la préparation du moût de bière, si elle joue un rôle notable pendant le brassage.

Tels sont les points que MM. A. Fernbach et L. Hubert se sont préoccupés d'élucider dans des recherches dont ils donnent un aperçu partiel.

**Électricité.** — *Sur le télégraphone.* Note de M. Valdemar Poulsen, présentée par M. Mascart.

Le nouvel appareil, appelé le *télégraphone*, permet d'enregistrer à distance et de reproduire la parole et, en général, les sons quelconques, par des procédés purement électriques. C'est une application du phénomène connu sous le nom de *magnétisme rémanent.*

Pour enregistrer la parole, on dispose un petit électro-aimant dans le circuit primaire ou secondaire d'un poste téléphonique. Entre les pôles de cet électro-aimant on déplace, par un dispositif mécanique quelconque, d'un mouvement uniforme et continu, un fil ou un ruban d'acier. Le champ magnétique dans lequel se meut ce ruban ou fil d'acier varie à chaque instant en fonction du courant ondulatoire engendré par la parole, et il en résulte que le fil ou ruban d'acier reçoit, aux différents points de sa longueur, une succession d'aimantations transversales dont le sens et la grandeur sont également fonction de ce courant. En résumé, on a ainsi enregistré les variations d'aimantation produites par le courant ondulatoire dans le noyau de l'électro-aimant, c'est-à-dire que l'on a fixé, en quelque sorte, la courbe magnétique de la parole elle-même.

Ce dispositif étant évidemment réversible, il suffira, pour reproduire la parole, de placer un téléphone en série avec l'électro-aimant qui a servi à l'enregistrement et de faire passer, entre les pôles de cet électro-aimant, le fil ou ruban d'acier sur lequel on a produit des empreintes magnétiques. Les phénomènes se succèdent alors dans l'ordre inverse. Les courants ondulatoires induits par les variations d'aimantation du noyau de l'électro-aimant au passage de la bande d'acier ont pour effet de reproduire la parole dans le récepteur téléphonique.

Pour effacer l'enregistrement, il suffit de faire passer un courant continu dans les spires de l'électro-aimant, qui sert alternativement d'enregistreur et de récepteur : la bande est alors prête à recevoir une nouvelle empreinte.

**Médecine.** — *Action des courants à haute fréquence sur la respiration élémentaire (activité des échanges entre le sang et les tissus).* Note de M. Tripet, présentée par M. d'Arsonval.

A la suite des communications de M. le professeur d'Arsonval, qui ont établi la puissante action modificatrice des courants de haute fréquence, M. Tripet s'est proposé de poursuivre des recherches parallèles et d'étudier l'action des courants de haute fréquence sur l'activité de réduction de l'oxyhémoglobine, c'est-à-dire de l'activité des échanges entre le sang et les tissus.

Les conclusions de ses recherches sont les suivantes :

*a)* Dans les maladies de la nutrition, le traitement par les courants de haute fréquence *(Arsonvalisation)* est un *régulateur* de l'activité de réduction de l'oxyhémoglobine ;

*b)* Chez les malades à activité au-dessous de la normale 1, il remonte cette activité et la maintient définitivement dans le voisinage de cette normale ;

*c)* Dans les cas où cette activité est exagérée, dans le diabète par exemple, le traitement diminue cette activité et la fait redescendre à la normale 1 ;

*d)* Il est à remarquer que, presque toujours, il y a augmentation simultanée et parallèle de la proportion centésimale de l'oxyhémoglobine et de son activité de réduction ; de sorte que cette augmentation entre pour une part importante dans la régularisation de l'activité de la réduction.

**Physique.** — *Sur la résistance de la silice fondue aux variations brusques de température.* Note de M. Dufour, présentée par M. J. Violle.

M. H. Le Chatelier a annoncé précédemment que la silice fondue doit pouvoir résister sans rupture à des changements très brusques de température, comme conséquence de sa faible dilatation.

M. Dufour avait, en effet, constaté cette résistance. On peut chauffer un tube en quartz fondu, aussi mal fait qu'il soit, à une température aussi élevée qu'on le veut, et le plonger aussitôt dans l'eau froide, sans qu'il présente trace de rupture.

C'est grâce à cette propriété que M. Dufour a pu arriver à faire des tubes en silice fondue. L'auteur donne la description du mode de fabrication qu'il emploie.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### HYGIÈNE

**Les lavabos du Treuil aux houillères de Saint-Étienne.** — La Société des houillères de Saint-Étienne a fait installer, dans le courant de 1899, sur le plâtre des puits Villiers et du Treuil, des lavabos à l'usage des ouvriers de l'intérieur de la mine. M. Faure, Ingénieur divisionnaire à ces houillères, les décrit dans une note que publie le *Bulletin de l'Industrie minérale*, d'avril 1900.

Cette installation comprend une grande salle de 23m 80 × 7m 50 affectée au lavage des ouvriers ; 40 douches y sont disposées, à droite et à gauche d'une cloison médiane, et 342 paniers porte-vêtements, suspendus au faîte du bâtiment, permettent à 342 ouvriers d'utiliser les lavabos. Cette salle est précédée d'un pavillon de 3m 50 × 3m 50, dont le rez-de-chaussée forme un tambour donnant accès dans la salle des lavabos, et où sont installées, à 5 mètres au-dessus du sol, les bâches à eau.

Des cuvettes en ciment sont placées sous les douches, des bancs sont disposés tout autour de la salle et un certain nombre de chaussures constituées par une semelle en bois et une bride en cuir, permettent aux ouvriers lavés de traverser la salle sans se salir les pieds.

Chaque ouvrier a à sa disposition un panier porte-vêtements en tôle galvanisée, formé de deux cônes réunis par le sommet ; le plus grand, situé au-dessus, porte à son rebord supérieur quatre crochets où l'on suspend les vêtements, à l'intérieur on met les chaussures, le savon, etc. ; sous le petit cône inférieur et protégé par lui, se trouve un double crochet pour les serviettes. Ces paniers sont portés par des chaînettes passant sur des poulies de renvoi fixées aux lattis du toit et venant s'enrouler sur de petits treuils en fonte fixés au mur de la salle, à la portée des ouvriers.

Cette disposition donne les avantages suivants : 1° Les vêtements ainsi suspendus à 3 ou 4 mètres au-dessus du sol sont parfaitement aérés et sèchent facilement ; 2° on peut placer un grand nombre de paniers dans un espace restreint ; 3° il est facile à chaque ouvrier d'avoir la jouissance exclusive de son panier en fixant la chaînette qui le supporte par un cadenas.

L'auteur donne ensuite d'intéressants détails sur le chauffage de l'eau, sur celui de la salle, sur l'arrivée de vapeur et le retour de l'eau de condensation.

L'installation du Treuil a coûté 44 215 fr. 20 ; elle dépense environ 10 fr. 50 par jour, pour la main-d'œuvre et les fournitures. Les lavabos, mis à la disposition des ouvriers, en août 1899, sont utilisés actuellement par ceux-ci dans la proportion de 56 %.

M. Baudot décrit également, dans le même compte rendu de la Société de l'Industrie minérale, une installation analogue, concernant le vestiaire-lavabo et la lampisterie de la division de la Varenne, de la Compagnie des mines de Roche-la-Molière et Firminy.

#### MÉCANIQUE

**Compresseur d'air à deux phases.** — Les locomotives portent un compresseur à vapeur, appelé souvent « petit cheval », qui fournit l'air comprimé pour actionner les freins des véhicules, projeter du sable sous les roues motrices, commander l'appareil de démarrage de certaines locomotives compound, etc. Cet appareil se composant généralement d'un cylindre à vapeur à double effet et d'un cylindre compresseur avec tige commune des pistons, est employé, quelquefois aussi, à cause de sa simplicité, dans certains établissements industriels pour produire l'air comprimé ; mais il a le défaut d'exiger beaucoup de vapeur.

M. Sauvage étudie, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de février 1900, un compresseur à deux phases, établi d'après les plans de M. Bassères, Ingénieur à la Compagnie de Fives-Lille, qui offre de sérieux avantages, non seulement pour les locomotives, mais aussi pour les installations fixes dont nous avons parlé plus haut.

Le compresseur de la Compagnie de Fives-Lille comporte deux cylindres à air successifs : le premier aspire l'air dans l'atmosphère et le refoule dans le second cylindre qui est plus petit ; celui-ci continue la compression de l'air et le refoule dans le réservoir qu'il doit alimenter. Chacun des cylindres fonctionne à double effet ; une seule tige porte les deux pistons compresseurs et le piston moteur. Par suite de ces dispositions, l'effort à produire au moment où il atteint sa plus grande valeur, c'est-à-dire en fin de course, est moindre que dans un compresseur simple. Comme cet effort doit être produit par le piston à vapeur, une surface moindre suffira pour le compresseur à deux phases.

Après avoir discuté le fonctionnement de cet appareil, l'auteur relate les expériences auxquelles il a été soumis dans les Compagnies des chemins de fer de l'État, de l'Est, du Nord et de l'Ouest. D'une manière générale, ces expériences ont montré que pour produire un volume d'air déterminé sous la pression exigée (6 à 8 kilogr. effectifs par centimètre carré), le compresseur de Fives-Lille ne dépensait à peu près que la moitié de ce qu'exige un compresseur à simple phase. Elles ont montré, en outre, qu'avec le même cylindre à vapeur, le compresseur à double phase permettait de charger d'air comprimé un réservoir, plus rapidement que le compresseur simple.

Les frais d'entretien seront probablement, d'après

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 8, p. 138. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 9, p. 143. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

M. Sauvage, un peu plus grands que ceux d'un compresseur simple; mais le prix de revient de l'appareil n'augmentera pas sensiblement; il est possible, en outre, sans dépense exagérée, de transformer un compresseur simple en compresseur double, en utilisant le cylindre moteur avec son mécanisme de distribution.

#### TRAMWAYS

**Le railway électrique de Lexington et Boston.** — Le *Street Railway*, du mois de juin, décrit le railway électrique de Lexington et Boston dont la longueur est de 33 kilom., et qui, se reliant à une autre ligne, met en communication Boston et Lowell. La distance entre ces deux villes est parcourue en 2 heures 1/2 et le prix du voyage est de 1 fr. 50. Les wagons, dont la longueur totale est de 13m70, sont remarquables par le luxe avec lequel ils ont été établis. Chacun d'eux est actionné par quatre moteurs de 35 chevaux.

L'auteur fait ressortir la bonne disposition de la halle aux wagons et de la station centrale de force motrice, puis il donne une description de cette dernière. Elle contient actuellement deux génératrices de 325 kilowatts, dont une seule peut suffire en temps ordinaire. On a prévu l'installation d'une troisième génératrice de 850 kilowatts. L'auteur décrit en détail l'installation des chaudières et des machines à vapeur et de la tuyauterie, et il termine en donnant quelques renseignements sur l'établissement de la voie et sur celui de la ligne aérienne.

#### TRAVAUX PUBLICS

**Nouveau pont sur le canal du Danube, à Vienne.** — M. Franz PFEUFFER étudie dans la *Zeitschrift des Œsterr. Ingenieur-und Architekten Vereines*, du 4 mai, le nouveau pont, dénommé « Franzensbrücke », qui vient d'être établi à Vienne, au-dessus du canal navigable du Danube.

Ce pont a remplacé un vieux pont suspendu, à chaussée en bois, datant de 1848, qui était devenu insuffisant, à cause du développement énorme du trafic, en ce point de la ville. Le nouveau pont est un pont en arc à triple articulation, dans sa travée médiane de 53 mètres de portée; il se termine, sur les deux rives par deux arches en maçonnerie de 8m5 de portée. Sa largeur est de 24 mètres, dont 16 pour la chaussée et 8 pour les trottoirs. Dans la travée médiane, le pont est constitué par des poutres en arc, au nombre de 9, dont la flèche est de 1/16. La flèche des deux voûtes latérales, en briques, est de 1/10. Sur les piles qui limitent la travée centrale sont élevés des pylônes monumentaux, auxquels sont suspendues des lampes à arc.

L'auteur donne de nombreux détails sur l'exécution des piles et culées, par caissons à air comprimé, et sur le montage du tablier métallique sur cintres. Le métal employé est de l'acier Martin, d'une résistance à la traction de 36 à 41 kilogr. par centimètre carré, et dont l'allongement varie de 33 à 21 %. Les éléments des articulations sont formés d'acier au creuset d'une résistance de 60 kilogr. par centimètre carré et dont l'allongement varie de 19 à 17 %. Le pont a été calculé pour une charge fixe uniforme de 460 kilogr. par centimètre carré, combinée à une charge mobile formée par quatre voitures de 12 tonnes et une voiture de 40 tonnes. Les dépenses pour l'exécution de ce pont se sont élevées à 1 200 000 fr. environ; le mètre carré de surface couverte ressort donc à 650 fr. environ.

## Ouvrages récemment parus.

**Les travaux de l'Exposition de 1900**, par A. DA CUNHA, Ingénieur des Arts et Manufactures; préface de Henri DE PARVILLE. — Un vol. in-8° de 340 pages, avec 189 figures dans le texte. — Masson et Cie, éditeurs; Paris, 1900. — Prix : 4 fr.

Cet ouvrage est une étude originale qui fait assister le lecteur, depuis le début, à la création de l'Exposition de 1900, et la lui fait connaître en quelque sorte sous un aspect nouveau.

Une des parties les plus intéressantes de cette œuvre colossale est en effet celle qui se rapporte à la période d'élaboration de ses édifices et aux différents procédés employés pour leur construction. Le *Génie Civil* a déjà donné à ses lecteurs des renseignements détaillés à ce sujet. Le livre de M. da Cunha nous paraît venir les compléter à un point de vue plus pittoresque et moins technique, car en l'écrivant, l'auteur a surtout cherché à se mettre à la portée de tous.

Après une étude d'ensemble sur l'Exposition, M. da Cunha passe successivement en revue les Palais des Champs-Élysées, les divers monuments en staff du Champ-de-Mars et de l'Esplanade des Invalides, le pont Alexandre III et les travaux de la Seine, les constructions des pays étrangers et des possessions françaises, les services mécaniques, diverses attractions de l'Exposition, enfin les principaux travaux de chemin de fer exécutés dans Paris à l'occasion de l'Exposition.

Ce volume est illustré de nombreuses gravures sur bois qui en rendent la lecture encore plus agréable.

---

**Les bateaux sous-marins.** *Historique*, par F. FOREST, Ingénieur-constructeur, et H. NOALHAT, Ingénieur civil. — Un volume grand in-8° de XI-385 pages, avec 352 figures et deux planches. — Veuve Dunod, éditeur; Paris, 1900. — Prix : 12 fr. 50.

La navigation sous-marine est aujourd'hui un problème à peu près résolu; les essais du *Gymnote*, du *Goubet* et du *Zédé*, les récentes et concluantes expériences du *Morse* et du *Narval* ont excité au plus haut point la curiosité. Mais les essais des torpilleurs sous-marins étant faits dans le plus grand secret par les marines militaires françaises et étrangères, le résultat des tentatives faites dans cette voie par l'initiative privée étant gardé discrètement par les inventeurs, le public et les chercheurs que cette question intéresse, ne connaissent des bateaux sous-marins que les renseignements officieux plus ou moins exacts publiés par les journaux.

Le problème qui passionne la fin du XIXe siècle était déjà au premier rang des préoccupations à la fin du XVIIIe. A quel point les inventeurs sont aujourd'hui plus près de la solution, de quelle façon ils s'en sont rapprochés, quelles étapes ont marqué la route parcourue, quelles difficultés ont été surmontées, et comment elles l'ont été? C'est ce qui fait l'objet de l'ouvrage de MM. F. Forest et H. Noalhat.

Tous les plans notables des bateaux sous-marins qui ont été conçus et la plupart exécutés depuis Fulton et son prédécesseur Bushnell, jusqu'aux plus récents : *le Morse* et *le Narval*, s'y trouvent reproduits.

Cet ouvrage est divisé en deux livres distincts : le premier traite l'historique de la navigation sous-marine. Les auteurs y ont réuni les documents sérieux sur les navires sous-marins de tous les pays. Ils ont classé par ordre chronologique les navires dont les essais furent faits, ainsi que les divers projets et les brevets d'invention. Viennent ensuite les expériences et les hypothèses groupées de façon à faire ressortir les principes qu'elles ont établis et les résultats obtenus.

Le deuxième livre traitera des conditions multiples de la navigation sous-marine.

---

## INFORMATIONS

**IIIe Concours des Voitures de place automobiles et des Voitures de livraison.**

L'Automobile-Club de France vient de publier le programme du troisième concours international de voitures de place et de voitures de livraison à moteurs mécaniques, qui aura lieu à Vincennes à l'occasion de l'Exposition Universelle, les 6, 7, 8, 10 et 11 août prochain.

Ce concours, comme ceux de 1898 et 1899, portera :

a) Sur le prix de revient de la journée d'une voiture automobile en service usuel dans Paris, accomplissant un parcours varié de 60 kilomètres au minimum, dans une journée de 16 heures;

b) Sur le confort et la maniabilité de la voiture;

c) Sur la fréquence du ravitaillement, l'importance et la facilité des réparations.

Le programme contient les mêmes clauses et prescriptions générales que ceux des années précédentes. Les véhicules admis au concours cette année comportent deux classes : voitures pour services urbains de voyageurs, à 2, 4 et 6 places, avec ou sans bagages, et voitures de livraison pouvant porter jusqu'à 1 200 kilogr. de charge utile.

L'épreuve du concours se composera d'un service de cinq jours. Un itinéraire de 60 kilomètres sera établi et chacun des véhicules engagés devra le parcourir cinq fois; 40 kilomètres seront effectués dans la matinée (départ de Vincennes, à 8 heures) et 20 kilomètres également dans l'après-midi (départ de Vincennes, à 2 heures). La vitesse dans Paris ne devra pas dépasser 20 kilomètres.

La liste des engagements sera close le 4 août 1900, à minuit. Les droits d'entrée diminués de moitié par rapport à ceux de l'année dernière, ne sont plus que de 100 et 200 francs, suivant la date de l'engagement.

Comme les années précédentes, la Commission du concours devra dresser un rapport indiquant le prix de revient journalier de la traction de chaque voiture et la régularité du service. Ce rapport contiendra également une appréciation sur l'élégance d'aspect, le bruit du véhicule et la commodité des voyageurs.

---

**Statistique des Tramways aux États-Unis et au Canada pour 1898 et 1899.**

Un tableau détaillé, paru dans le *Street Railway*, du mois de juin, donne les chiffres relatifs, pour l'année 1899, à la longueur des lignes, au nombre de voitures et aux charges financières d'exploitation des lignes de tramways et d'*elevated* actionnés soit par l'électricité, par câbles ou par chevaux, aux États-Unis et au Canada. A côté de ces chiffres se trouvent, groupés comme eux, suivant les différents États de l'Union, les chiffres correspondant à l'année 1898.

Depuis 1896, l'accroissement des tramways a été considérable, mais le nombre des Compagnies qui ont fusionné a été suffisant pour que celui des Compagnies nouvellement formées par suite des progrès normaux de l'industrie se trouve plus que compensé.

Le tableau suivant groupe les chiffres principaux pour les quatre dernières années :

| ANNÉES | ÉTATS-UNIS | | CANADA | |
|---|---|---|---|---|
| | Nombre de Compagnies | Longueur des lignes | Nombre de Compagnies | Longueur des lignes |
| | | Kilom. | | Kilom. |
| 1896 | 916 | 23 152 | 30 | 739 |
| 1897 | 953 | 25 149 | 32 | 816 |
| 1898 | 934 | 28 078 | 37 | 1 077 |
| 1899 | 871 | 30 741 | 38 | 1 218 |

Comme on le voit, l'accroissement de la longueur des lignes, en 1899, a été, aux États-Unis, de 9,5 %, et au Canada, de 11,6 %.

La comparaison des puissances motrices employées montre la suprématie complète des méthodes électriques sur toutes les autres. C'est ainsi qu'aux États-Unis, en 1899, malgré l'accroissement de longueur des lignes de tramways en général, il y a eu une diminution de 12,2 % sur la longueur des lignes exploitées par câble, de 36 % pour celles exploitées par chevaux et de 16,3 % pour celles exploitées par des procédés divers. Ces variations, en tenant compte des quelques lignes abandonnées pour d'autres plus directes, correspondent à une augmentation de 12,7 % de la longueur des lignes exploitées par l'électricité.

En ce qui concerne les chiffres relatifs au capital et à la dette des Compagnies de tramways, on constate que la plus grande augmentation a eu lieu dans les États où la population est le plus dense et où les Compagnies, créant de grandes exploitations par la fusion de Compagnies plus petites et l'augmentation de la longueur de leurs lignes, ont besoin d'un capital plus important pour satisfaire à la demande sans cesse croissante de facilités de communication. En fait, dans beaucoup d'États, les Compagnies de tramways sont ainsi venues en concurrence directe avec les chemins de fer pour les services suburbains à longue distance et pour la liaison des villes importantes.

Les engagements financiers des Compagnies de tramways aux États-Unis se sont ainsi accrus, en 1899, de 12,4 % et ont atteint le chiffre de 9 008 412 790 francs. Le chiffre correspondant pour le Canada est de 194 119 690 francs, en augmentation, sur celui de 1898, de 54 071 930 francs.

*Le Gérant* : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 11. **N° 944.** Samedi 14 Juillet 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Machine à vapeur compound Corliss à soupapes *(planche XVI)*, p. 181. — Les chemins élévateurs à l'Exposition de 1900, p. 183; J. LAVERCHÈRE. — **Chimie industrielle** : Mouvement et progrès de l'industrie chimique dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France *(suite)*, p. 186; Léon GUILLET. — **Hygiène** : Incinération des ordures ménagères à San Francisco (Californie), p. 190. — **Variétés** : Fermeture automatique des dynamitières souterraines, p. 191; — Du fonctionnement des moteurs à plusieurs cylindres, p. 192; — Robinet de jauge de précision, p. 192; — Coupe-tubes pneumatique, p. 193; — École Centrale des Arts et Manufactures. Liste par ordre de mérite des élèves ayant obtenu le diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le certificat de capacité, p. 193.
SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Société des Ingénieurs civils (22 juin 1900), p. 194. — Académie des Sciences (2 juillet 1900), p. 194. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 195; — Ouvrages récemment parus, p. 196.

*Planche XVI.* — Machine à vapeur compound Corliss à soupapes.

## EXPOSITION DE 1900

### MACHINE A VAPEUR COMPOUND CORLISS A SOUPAPES

*(Planche XVI.)*

Lorsqu'on regarde les diverses machines à vapeur qui figurent à l'Exposition, on est tout d'abord porté à se demander si la machine à vapeur moderne n'a pas atteint l'apogée de son développement, et cependant, comme on le sait, chacun des détails de cette machine continue à être l'objet d'études approfondies.

C'est surtout depuis que la construction des électromoteurs a pris un rapide essor, que les constructeurs de machines à vapeur se sont trouvés dans l'obligation d'établir des machines puissantes, à allure rapide, n'exigeant que peu d'espace et fonctionnant dans les conditions les plus économiques.

Dans la machine exposée par la Prager Maschinenbau-Actien-Gesellschaft (anciennement Ruston et Cie), à Prague, on s'est efforcé de satisfaire le mieux possible à ces différentes conditions. Cette machine à vapeur a été commandée, par le Ministère des Chemins de fer autrichiens, pour assurer l'éclairage électrique de la gare de Pilsen (Bohême), et c'est sur le désir de ce Ministère qu'elle figure à l'Exposition.

Le point le plus caractéristique dans la construction de cette machine, qui est une machine compound, est que la distribution s'y fait, du côté haute pression, au moyen de soupapes, et, du côté basse pression, au moyen de tiroirs cylindriques Corliss.

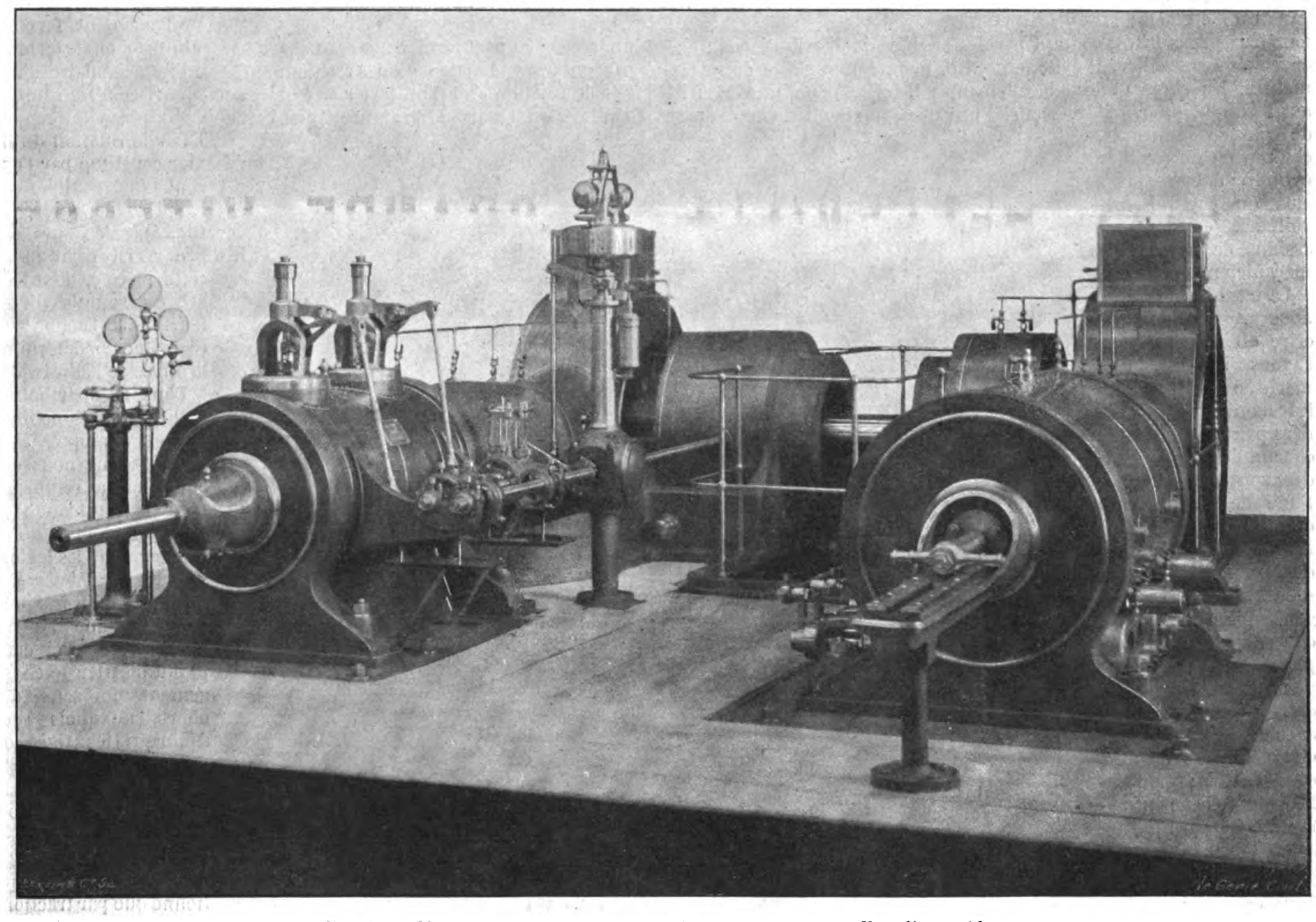


FIG. 1. — MACHINE A VAPEUR COMPOUND CORLISS A SOUPAPES : Vue d'ensemble.

Ce mode de distribution, dont l'effet est de réduire au minimum la consommation de vapeur ou, plus exactement, la consommation de combustible, a été adopté depuis longtemps, sur l'initiative de M. C. Ludwik, directeur de la Prager Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, dans toutes les machines compound ou machines triplex, construites par cette Société.

Les raisons qui ont conduit à adopter cette combinaison sont les suivantes :

La distribution par soupapes est particulièrement appropriée dans le cas des fortes pressions de vapeur et des hautes températures, en particulier dans le cas de l'emploi de la vapeur surchauffée, d'autant plus que s'il vient à se produire des fuites, ce qui risque d'arriver, soit par suite d'un manque de surveillance, soit par suite de la présence d'un corps étranger sur le siège de la soupape, surtout lorsque l'on cherche à réaliser pour cette dernière une fermeture douce, ces fuites ont moins d'importance avec le cylindre à haute pression qu'avec le cylindre à basse pression.

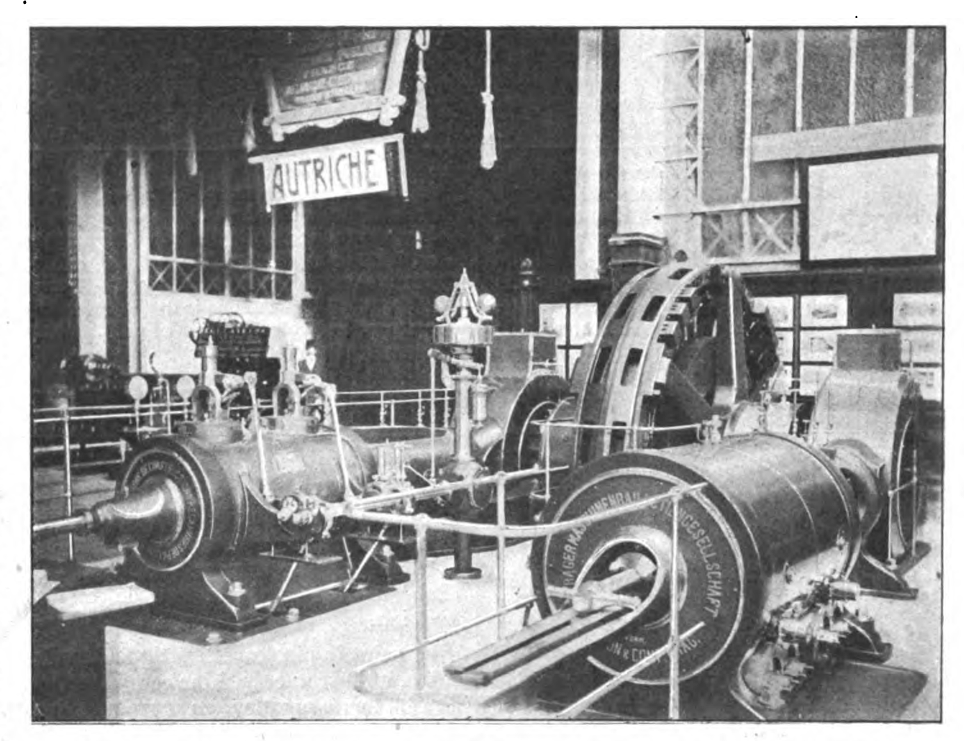



Fig. 2. — Machine a vapeur compound Corliss a soupapes : Vue prise à l'Exposition.

Pour ce dernier, il convient, au contraire, d'adopter les tiroirs cylindriques Corliss. Ce tiroir permet, en effet, de réduire au minimum les espaces nuisibles, il offre à la vapeur des passages courts et de forme simple, et présente de faibles surfaces de refroidissement. Au cas où un corps étranger se déposerait sur la glace du tiroir, celui-ci le déplace, sans que son étanchéité soit troublée par cet obstacle; il fonctionne sans bruit, conduit par des organes de distribution simples et faciles à surveiller. Il évite, en outre, malgré la rapidité de sa fermeture, les chocs et les ébranlements; il offre donc une sécurité aussi grande que possible, sécurité qui ne pourrait être obtenue avec de grandes soupapes, comme en exigerait le cylindre à basse pression, que par une surveillance constante et assidue de la part du mécanicien.

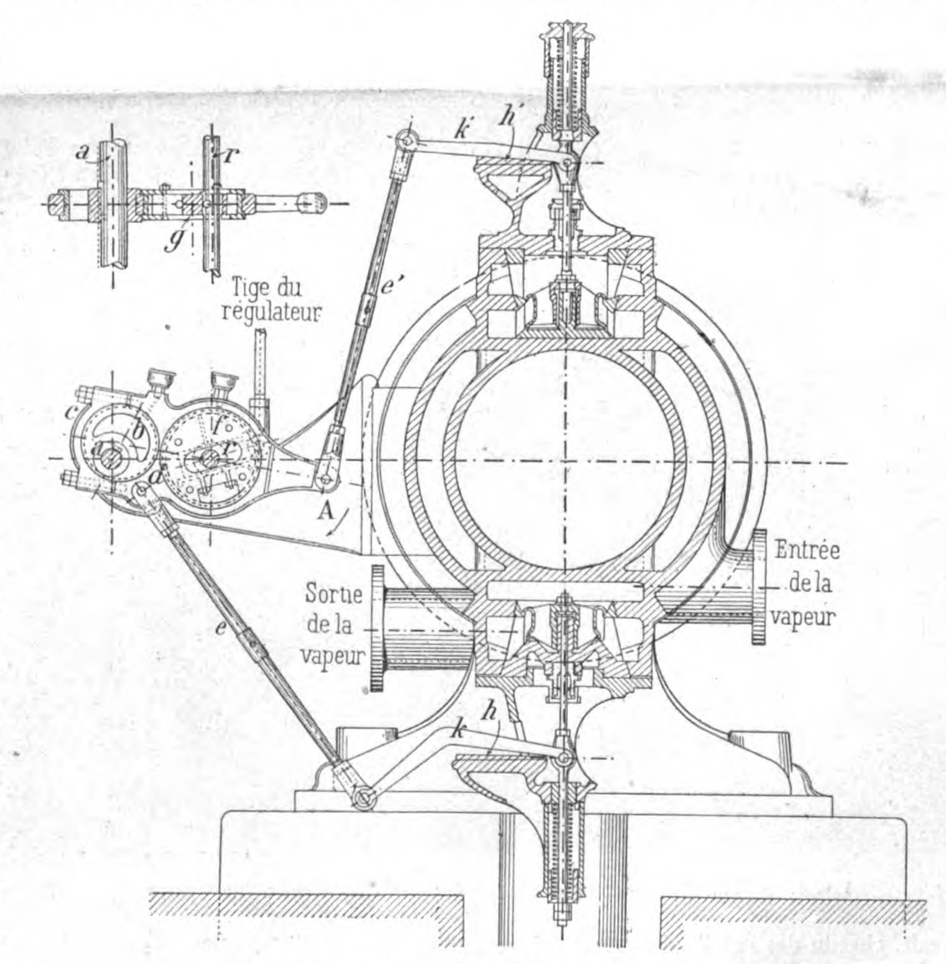



Fig. 3 et 4. — Distribution Radovanovic primitive.

La machine que nous nous proposons de décrire est, comme nous l'avons indiqué, une machine compound; les manivelles actionnées par les pistons de chacun des deux cylindres sont reliées, à 90° l'une de l'autre, aux deux extrémités de l'arbre, au milieu duquel est montée directement la dynamo, une génératrice Krizik à courant alternatif triphasé. Cette machine peut fonctionner avec de la vapeur saturée ou avec de la vapeur surchauffée, avec ou sans condensation; son nombre de tours peut atteindre 150 par minute. A 120 tours, la pression d'admission étant de 10 atmosphères, le groupe formé par la machine et la dynamo transforme en énergie électrique 240 chevaux.

Le diamètre du cylindre à haute pression est de $0^m37$, celui du cylindre à basse pression est de $0^m60$; leur course commune est de $0^m70$.

Les cylindres sont munis d'enveloppes de vapeur, le cylindre à haute pression étant entouré de vapeur vive, tandis qu'autour du cylindre à basse pression circule la vapeur du réservoir intermédiaire. Leurs presse-étoupes sont, d'ailleurs, disposés de façon à permettre l'emploi de la vapeur surchauffée.

L'excitatrice de l'alternateur est actionnée par une roue dentée, montée sur le plateau-manivelle du côté haute pression, et qui engrène avec un pignon dont l'axe est relié par un embrayage flexible à l'arbre de l'excitatrice.

Le cylindre à haute pression est pourvu d'une distribution Radovanovic modifiée, soumise à l'action d'un régulateur Proll.

Dans la distribution Radovanovic primitive (fig. 3), les soupapes d'admission et d'échappement sont actionnées par un excentrique *b*, monté sur l'arbre de la distribution *a*. A l'anneau *c* de cet excentrique est attachée, par un boulon *d*, la tige *e* qui commande par refoulement l'échappement au moyen du levier *k* mobile sur la surface *h*. L'anneau *c* est muni, dans la direction du cylindre, d'un prolongement formant un second anneau, qui entoure un disque à rainure *f* et se termine par un levier à articulation A, actionnant, par l'intermédiaire d'une tige de traction *e'* et d'un levier *k'* mobile sur la surface *h'*, la soupape d'admission. Ce disque à rainure *f*, que l'on doit se représenter comme l'axe de rotation du levier constitué par l'excentrique, coulisse sur la pièce de guidage *g* (fig. 4), calée sur l'arbre *r*. La position de cette pièce *g*, dont l'arbre est soumis directement à l'action du régulateur, détermine la durée de l'admission.

Dans la distribution Radovanovic modifiée qui est appliquée à la machine qui nous occupe, on a remplacé, pour la commande de l'admission et de l'échappement, les leviers simples *k* et *k'* par des leviers doubles fonctionnant d'une manière analogue, et ceci dans le but d'éviter le changement de sens des efforts auxquels sont soumises les tiges de commande des soupapes. De cette façon la tige de l'admission fonctionne par refoulement, tandis que la tige d'échappement ne fonctionne que par traction. Ces leviers doubles sont d'ailleurs construits et disposés de telle sorte, qu'ils évitent tout mouvement latéral des pièces de la distribution, et l'ouverture et la fermeture des soupapes s'effectuent avec douceur et sécurité.

L'ensemble de ces dispositifs permet un réglage sûr et exact, même pour la marche à vide, la soupape de vapeur étant ouverte en grand;

c'est là, en effet, une condition essentielle pour la commande d'une dynamo, en particulier, dans le but de permettre le couplage en parallèle même quand la machine tourne à vide.

Le cylindre à basse pression est, pour les raisons que nous avons données précédemment, muni de tiroirs cylindriques Corliss, qui sont actionnés directement par deux excentriques.

La pompe à air, qui ne sera montée qu'à Pilsen, est une pompe verticale à double effet. Elle est actionnée, comme on le voit sur les figures 2 et 3 (planche XVI), par le prolongement de la tige du piston à basse pression.

amenée par une tuyauterie appropriée à tous les points à lubrifier. En chacun de ces points, un robinet, muni à sa partie inférieure d'un dispositif permettant de voir l'écoulement de l'huile (fig. 1 et 3, pl. XVI), sert à en régler l'intensité.

Les boutons de manivelles sont pourvus d'un graissage centrifuge (fig. 2, pl. XVI). Les têtes de pistons ont des graisseurs séparés, tant pour leurs axes que pour leurs glissières. Les cylindres à vapeur sont munis, outre leurs graisseurs à action directe, de pompes automatiques de graissage; enfin, lorsque l'on emploie la vapeur surchauffée, on relie les presse-étoupes à des appareils de graissage automatiques réglables à volonté.

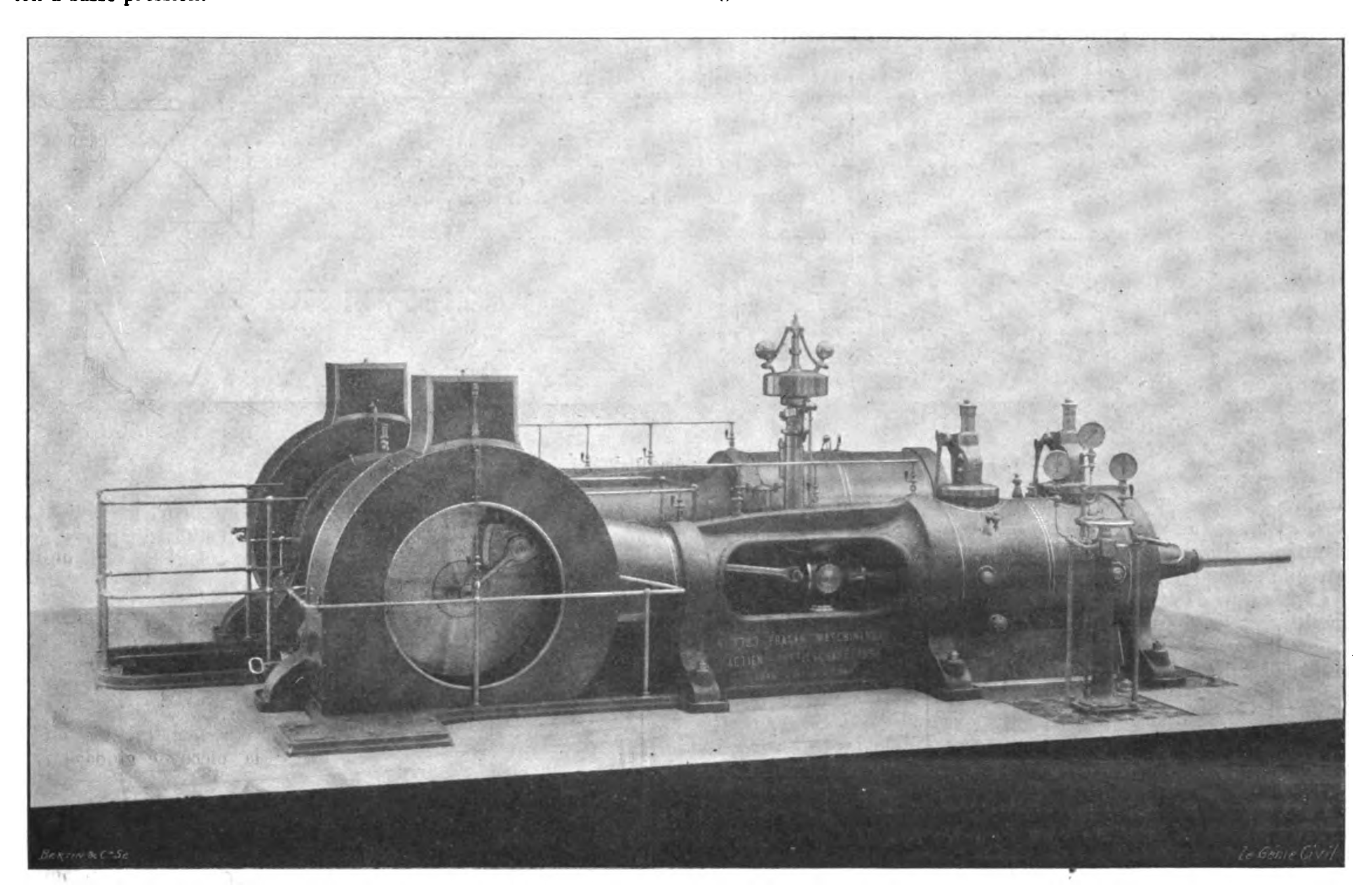


Fig. 5. — Machine a vapeur compound Corliss a soupapes : Élévation.

Afin de pouvoir commodément faire tourner la machine à froid, sans employer la vapeur, on a disposé sur l'arbre principal (fig. 2, pl. XVI) une commande par roue hélicoïdale et vis sans fin actionnée par un levier à cliquet, cette commande étant disposée de telle sorte qu'en cas de mise en marche inopinée de la machine, son débrayage se produise automatiquement.

On s'est attaché, dans cette machine, à assurer le graissage d'une façon commode et économique, de telle sorte que toutes les pièces mobiles puissent être surveillées et graissées pendant la marche.

L'huile, contenue dans des réservoirs à tube de niveau placés au-dessus des manivelles de l'arbre principal (fig. 1 et 4, pl. XVI), est

La rapidité de l'allure de la machine a, d'ailleurs, exigé l'emploi d'enveloppes destinées à arrêter les projections d'huile, enveloppes qui donnent à l'ensemble l'aspect d'élégance caractéristique que l'on remarque sur les figures 1, 2 et 5.

Les dessins de la planche XVI sont, d'ailleurs, suffisamment explicites, pour que nous croyions utile d'entrer dans plus de détails de construction. Nous nous contenterons de faire remarquer que les plateaux-manivelles, qui sont en acier fondu, servent également à l'équilibrage des bielles et des tiges en mouvement. Le plateau-manivelle du côté haute pression sert, en outre, comme nous l'avons déjà indiqué, à la commande de la dynamo excitatrice.

M. C.

---

## LES CHEMINS ÉLÉVATEURS A L'EXPOSITION DE 1900

Afin de permettre aux visiteurs de l'Exposition de passer rapidement et sans fatigue d'un étage à l'autre des galeries, il a été prévu, comme le *Génie Civil* l'a indiqué précédemment (1), un assez grand nombre de chemins élévateurs, répartis dans les différents Palais du Champ-de-Mars et des Invalides; d'autres desservent la plate-forme mobile.

Ces appareils, qui complètent heureusement les moyens de transport à l'intérieur de l'Exposition, ont le grand avantage sur les ascenseurs d'être continus et de pouvoir monter, dans les conditions normales de marche, de 3000 à 3500 voyageurs à l'heure.

Ils furent l'objet, entre constructeurs français, d'un concours dont nous allons rappeler les principales dispositions :

« Les appareils, établis pour une seule file de voyageurs, devront avoir les proportions suivantes :

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 20, Pl. XX.

| | |
|---|---|
| Largeur intérieure, à l'endroit où reposent les pieds. . . . | 0m500 |
| — — à la hauteur des rampes . . . . . . . | 0m900 |
| Inclinaison du chemin par mètre. . . . . . . . . . . . . | 0m330 |

» Ils devront être calculés pour une charge de voyageurs de :

| | |
|---|---|
| Normalement, un par mètre, soit. . . . . . . . , | 20 voyageurs |
| Au maximum, deux par mètre, soit . . . . . . . . | 40 — |

» La hauteur, du sol du rez-de-chaussée au sol des galeries, est de 7 et 8 mètres.

» Les vitesses de translation seront :

| | | |
|---|---|---|
| Vitesse minimum. . . . . . . . . . . | 0m500 | à la seconde |
| — maximum. . . . . . . . . . . . | 0m600 | — |

» Les poutres longerons des chemins élévateurs seront soutenues, en tête, au plancher de l'étage, par une ou deux épontilles reposant sur un massif arasé au niveau du sol; elles pourront, en outre, être soutenues, en un point de leur longueur, par une ou deux autres épontilles établies dans l'alignement des Palais.

» Les baies d'arrivée dans le plancher supérieur, aménagées par les

soins de l'Exposition, mais pourvues d'un garde-corps aux frais du concessionnaire, auront 2 mètres de largeur et $10^{m}65$ de longueur.

» L'organe transporteur proprement dit sera constitué par un tablier sans fin, de matière souple et résistante, à déroulement continu et uniforme. Il sera actionné par l'électricité et son ensemble devra fonctionner sans bruit.

» Tous les organes mécaniques ayant besoin de graissage devront être soustraits au contact des voyageurs.

» La dynamo motrice et sa transmission, groupées aussi près que

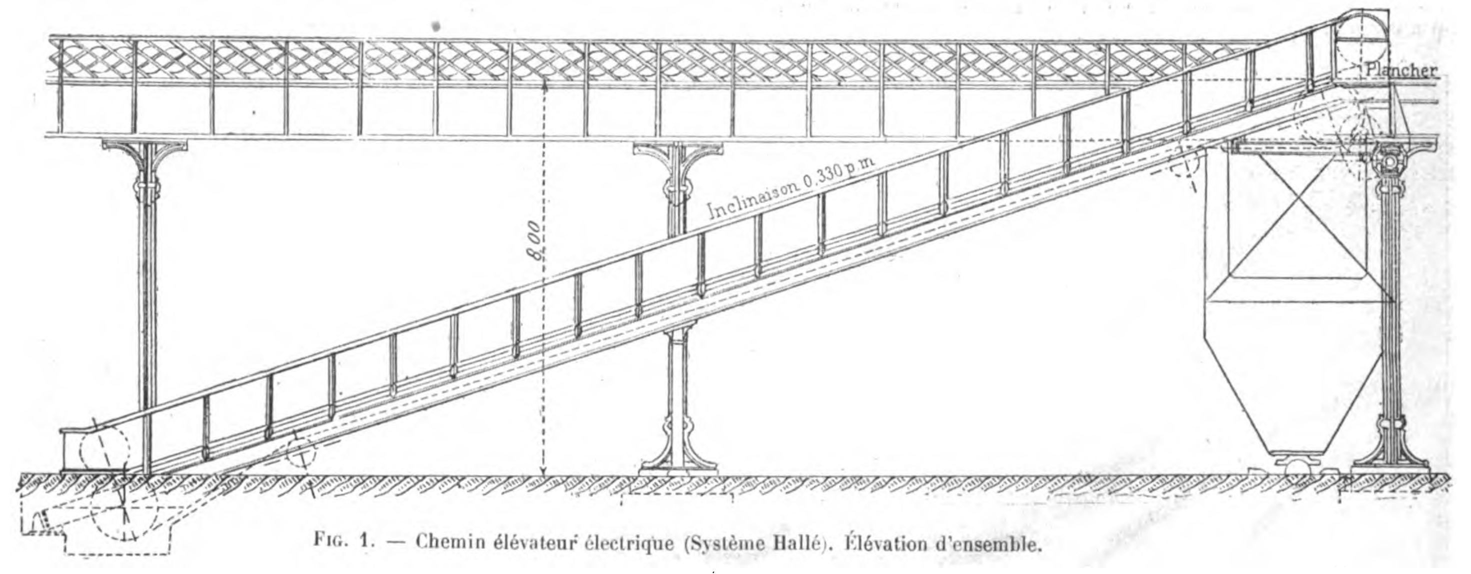



Fig. 1. — Chemin élévateur électrique (Système Hallé). Élévation d'ensemble.

possible de l'appareil, auront tous leurs organes facilement accessibles, et toutes les dispositions devront être prises pour qu'en cas d'avaries quelconques du treuil moteur, le chemin chargé de voyageurs ne puisse prendre un mouvement descendant.

» Les rampes latérales ou mains-courantes auront la même vitesse que le chemin et seront formées d'un câble sans fin, garni de telle sorte qu'il présente, sous les mains des voyageurs, un appui doux et propre. La partie supérieure de ce câble, à hauteur de main, sera seule apparente; la partie inférieure et tous les organes du mouvement seront enfermés dans des gardes latérales, placées de part et d'autre du chemin. Ces gardes seront à parois pleines et lisses, pour ne présenter aucune aspérité pouvant accrocher les vêtements des voyageurs.

» Les appareils installés seront considérés comme objets exposés et seront notamment inscrits au catalogue et soumis à l'examen du jury international; ils concourront pour l'obtention des récompenses. Les appareils resteront donc la propriété du concessionnaire qui en disposera librement après la fermeture de l'Exposition. »

A la suite de ce concours, une trentaine de tapis élévateurs furent installés, dans les différentes galeries, par la maison A. Piat et fils (système Hallé), par la maison Jules Le Blanc et par les Anciens Etablissements Cail (système Reno).

Les appareils établis par les deux premiers constructeurs reposent sur le même principe : un tablier continu, mobile, s'enroule sur deux tambours; l'un de ceux-ci, actionné à l'aide de transmissions intermédiaires, par un moteur électrique, entraine, par adhérence, le tablier qui est soutenu dans son mouvement sur des galets de roulement.

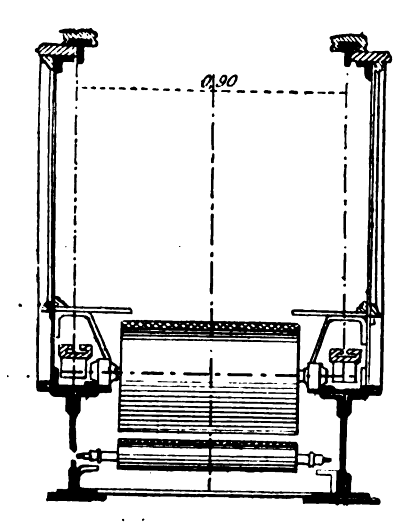



Fig. 2. — Chemin élévateur électrique (Système Hallé). Coupe transversale.

*Chemins élévateurs électriques (système Hallé).* — Les chemins élévateurs, ou escaliers mobiles, construits par la maison Piat, à l'Exposition, sont au nombre de 17, soit tous ceux placés aux Invalides, ainsi qu'au Champ-de-Mars, côté avenue La Bourdonnais. Ces appareils, du système Hallé, déjà appliqué aux magasins du Louvre, sont formés (fig. 1 et 2) par deux forts longerons butés au pied et montant vers l'étage supérieur avec une inclinaison de $0^{m}33$ par mètre. A la partie supérieure, un treuil, constitué par un électromoteur tournant à 1 150 tours, sous 440 volts, imprime, à l'aide de trois harnais d'engrenages, une vitesse angulaire de 8,18 tours par minute à un tambour de $1^{m}40$ de diamètre et de $0^{m}62$ de largeur.

Une courroie transporteuse est entraînée par ce tambour, à une vitesse de $0^{m}60$ par seconde, et s'en va passer sur un tambour de renvoi de même diamètre que le précédent, installé à la partie basse de la rampe mobile. Cette courroie, de $0^{m}60$ de largeur et de $0^{m}024$ d'épaisseur, est d'une construction spéciale conciliant à la fois la souplesse et la rigidité sous les pieds des voyageurs. Sa largeur utile est réduite par des plaques de garde à $0^{m}54$.

Deux tendeurs, agissant sur le tambour inférieur, permettent de donner à la courroie transporteuse une tension suffisante pour qu'elle travaille toujours normalement, quelles que soient les variations de

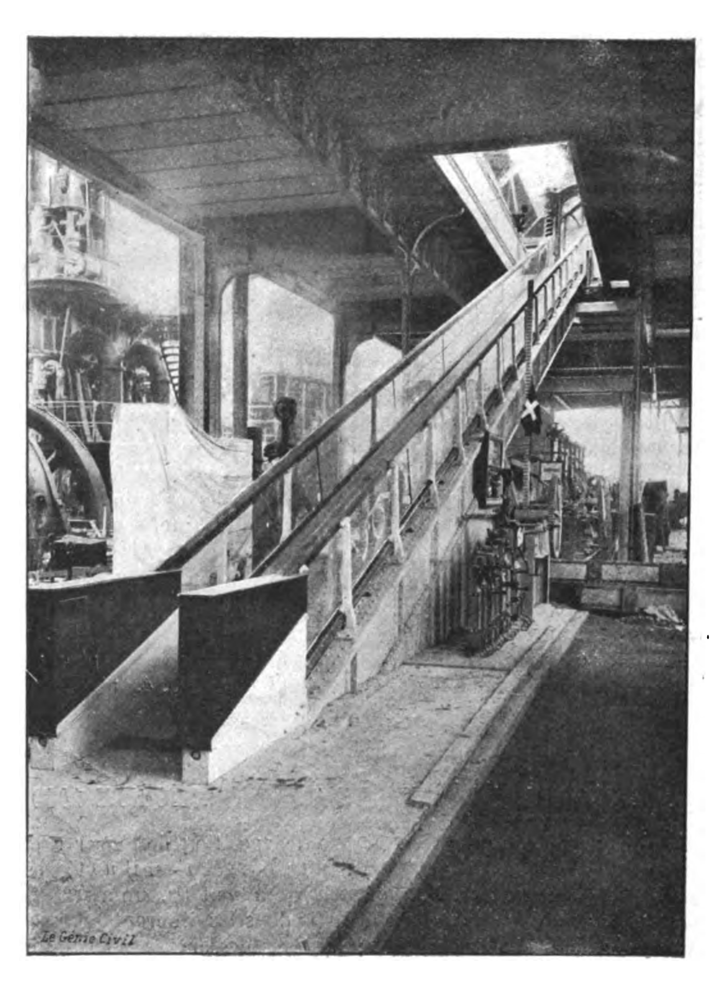


Fig. 3. — Chemin élévateur électrique (Rampe mobile) (Système Jules Le Blanc).

la charge. D'ailleurs, des rouleaux intercalés entre les longerons, tous les $0^{m}65$, supportent le poids de la courroie et des voyageurs.

Les mains-courantes, sans fin, de cette rampe mobile sont en caoutchouc garni de velours et, comme l'imposait le programme, marchent à la même vitesse que la courroie transporteuse.

Ce système, qui se prête aussi bien à la descente qu'à la montée des personnes, a également l'avantage de pouvoir desservir deux étages avec une même courroie et un seul moteur.

*Chemins élévateurs électriques (système Jules Le Blanc).* — La maison J. Le Blanc a construit cinq chemins élévateurs, ou rampes mobiles

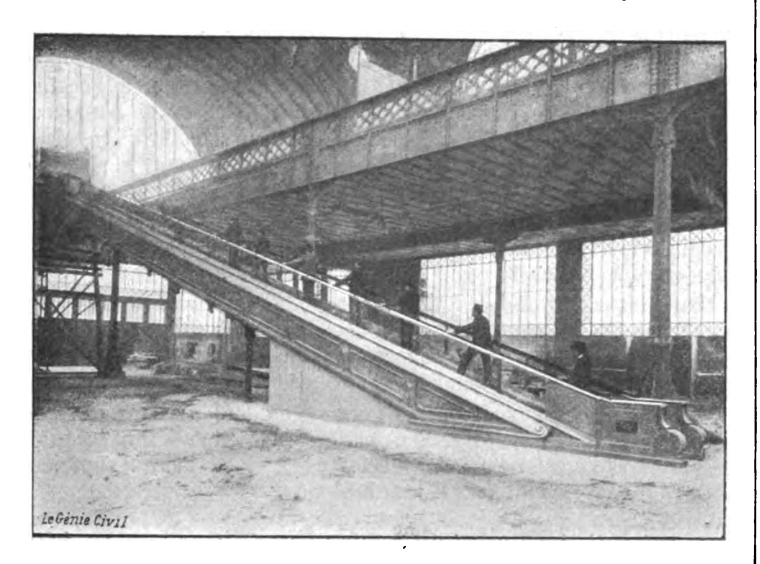



Fig. 4. — Chemin élévateur électrique (Système Reno).

(fig. 3), dans les Palais du Champ-de-Mars, côté de l'avenue de Suffren : le chemin n° 4, dans la section suisse de l'ancien Palais des Machines, donne accès à la galerie de ce palais, à 8 mètres de hauteur ; les quatre chemins n^os 6, 8, 10 et 12 montent à une hauteur de 7 mètres.

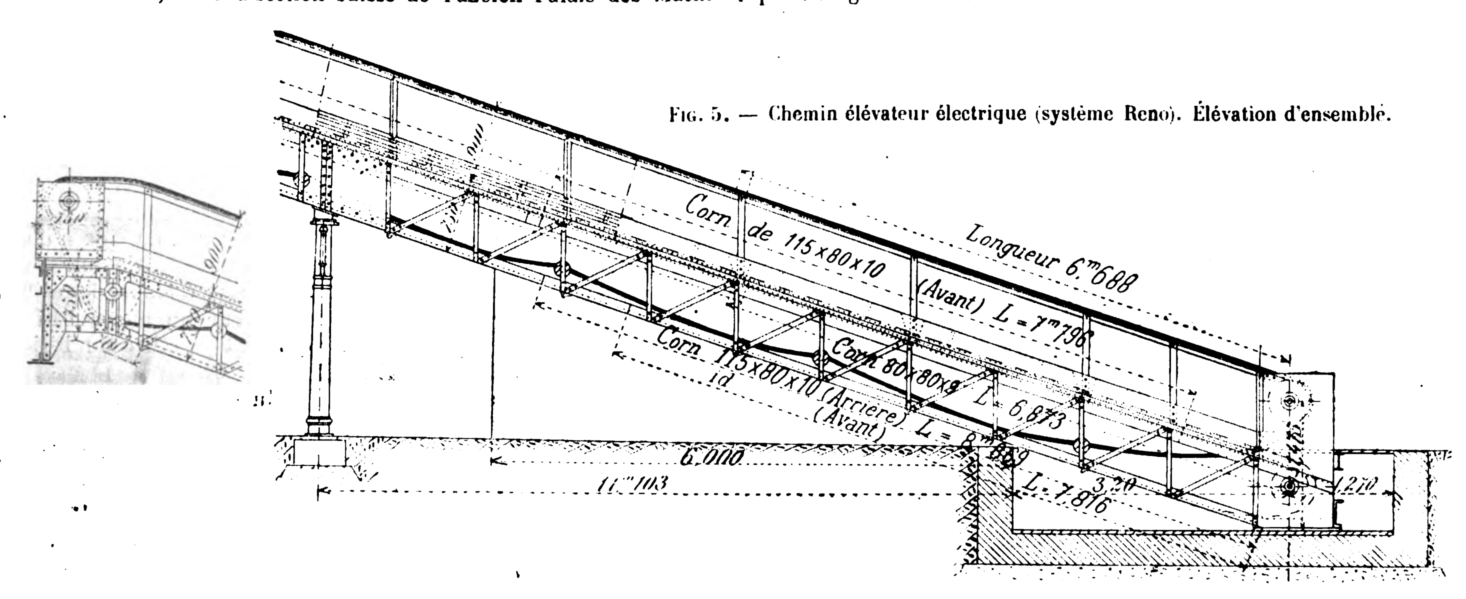



Fig. 5. — Chemin élévateur électrique (système Reno). Élévation d'ensemble.

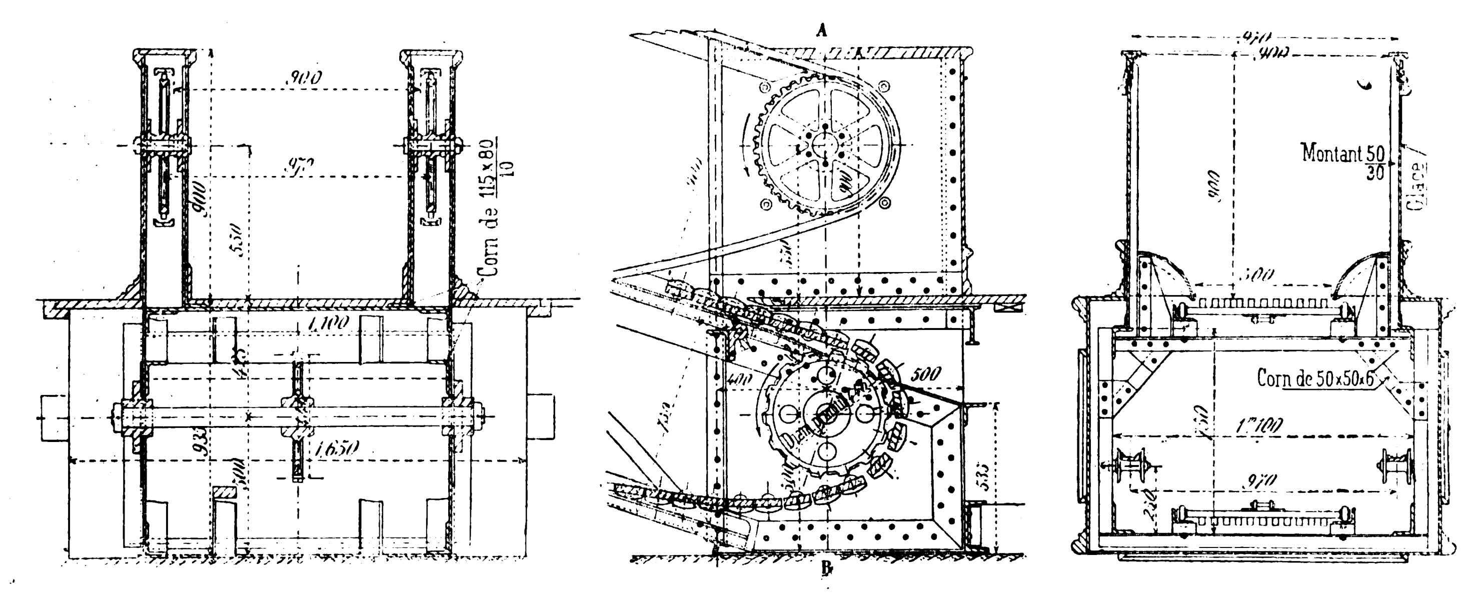



Fig 6. — Coupe transversale suivant AB.

Fig. 7. — Coupe longitudinale.

Fig. 6 et 7. — Partie inférieure d'un chemin élévateur électrique (système Reno).

Fig. 8. — Coupe transversale perpendiculaire au plancher mobile.

Dans ces appareils, l'emploi de la menuiserie est réduit au minimum. La chaine Galle en est le principal élément.

Le tablier mobile, formé de deux chaines Galle sans fin, parallèles et entretoisées par des traverses en fer et bois souples, porte un tapis en linoleum. Ces deux chaines sont trainées par de grandes roues dentées, installées à la partie supérieure, et elles sont maintenues tendues, aux poulies de retour inférieures, par de puissants ressorts en acier. De petits galets en bois, très rapprochés l'un de l'autre, portent les chaines sur leur parcours.

Les mains-courantes marchent exactement à la même vitesse que le tablier ; elles sont formées également de chaines Galle coulissant dans des rainures, et sont garnies à leur surface de petits tronçons de bois profilés pour l'appui de la main.

Les côtés de la rampe, entre les guides des chaines inférieures et supérieures, sont fermés par des glaces de grandes dimensions.

Tout le mécanisme est monté sur les deux limons et forme avec eux un ensemble complet. Un moteur électrique, boulonné sur l'âme du limon de droite, donne le mouvement aux roues d'entrainement par l'intermédiaire d'une vis sans fin silencieuse.

Un ampèremètre, sur le tableau du rhéostat, indique à tout moment la force électrique employée qui est très faible, malgré l'emploi de la vis sans fin.

*Chemins élévateurs électriques (système Reno).* — Les chemins élévateurs installés, au nombre de cinq, dans les Palais du Champ-de-Mars par la Société française de Constructions mécaniques (Anciens Établissements Cail), sont établis d'après le système Reno qui a, depuis plusieurs années, fait ses preuves aux États-Unis, notamment dans plusieurs grands magasins de New-York.

Les dispositions générales de l'un de ces appareils sont indiquées par les figures 4 à 9.

Une chaine sans fin, formée d'une série de planchettes ayant 100 millimètres de largeur sur 600 millimètres de longueur, se déroule sur des rails de supports. Pour en rendre la surface rugueuse et éviter les glissements, ces planchettes sont recouvertes de petits tasseaux transversaux garnis de caoutchouc. Chaque planchette est munie de galets

en matière caoutchoutée dite *hémacite* et se déplace sans bruit à une vitesse de 0m50 à 0m60 à la seconde. Cette série d'éléments forme un ruban flexible et mobile, grâce à une chaine centrale dont chaque maillon (fig. 10, 11 et 12) est fixé aux planchettes correspondantes du plancher. A la partie supérieure de l'élévateur, un arbre est disposé

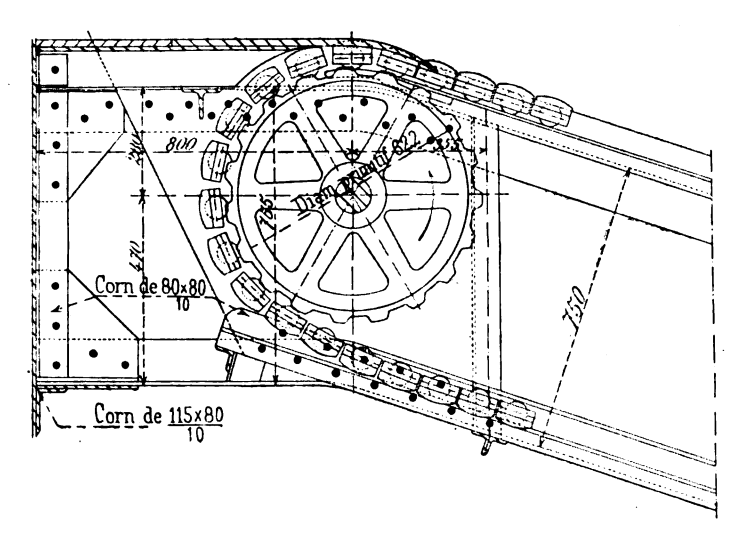



Fig. 9. — Partie supérieure d'un chemin élévateur électrique (système Reno).

Coupe longitudinale en avant de la roue d'entrainement des planchettes mobiles.

pour recevoir la roue d'entrainement de tout le système. Cet arbre reçoit, par l'intermédiaire d'un train d'engrenages, son mouvement d'une réceptrice électrique d'environ 12 chevaux.

Les deux mains-courantes (fig. 13, 14 et 15) sont composées d'une chaîne sans fin, recouverte d'une enveloppe flexible de caoutchouc, garnie de peluche ; les maillons de la chaine portent de petites barrettes qui viennent s'engager librement dans la rainure correspondante du support fixe de main-courante, et glissent sans bruit dans cette rainure. Ces barrettes empêchent tout soulèvement ou déplacement de la chaîne.

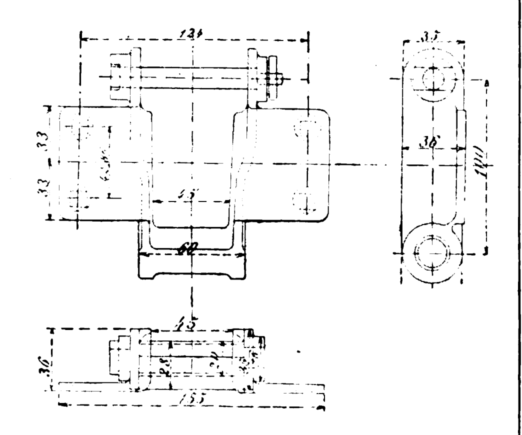
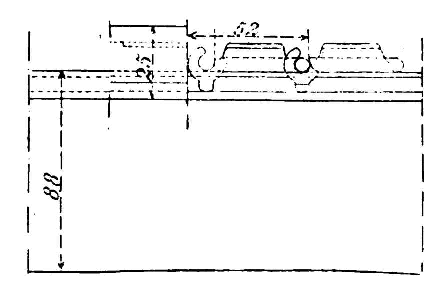
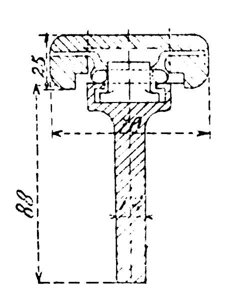


Fig. 10, 11, 12. — Chaîne d'entrainement du plancher mobile (système Reno).

La multiplicité des éléments des chaines du plancher et des mains-courantes permet d'en régler la tension en supprimant simplement des éléments ou maillons, ce qui rend inutiles les appareils tendeurs.





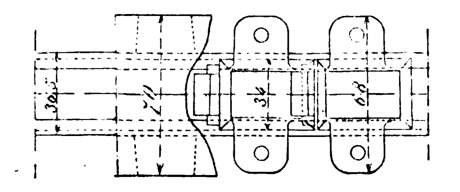


Fig. 13, 14 et 15. — Détails de la main-courante.

Les galets de roulement du plancher, très rapprochés les uns des autres, se déplaçant sur un rail bien dressé et poli, ne produisent aucune ondulation sous le pied et ne donnent, par suite, au passage aucune sensation désagréable.

Une sorte de peigne métallique, convenablement disposé à la partie supérieure, reçoit les passagers sans ressauts ni à-coups, les dents de ce peigne s'engageant entre les tasseaux des planchettes.

Dans le but de parer à tout accident et d'éviter le retour en arrière du chemin mobile, soit par suite d'une fausse manœuvre, soit même par suite d'une rupture des organes, l'arbre fou de retour des chaines, placé à la partie inférieure, au-dessous du sol, est muni d'une roue à rochet spécialement disposée pour fonctionner sans bruit.

Toutes les parties du mouvement sont soigneusement abritées, de façon à éviter tout contact avec les vêtements.

Des garnitures en bois de forme convenable sont établies à la partie supérieure des mains-courantes mobiles, pour obliger les passagers à quitter la rampe au moment voulu.

Dans les conditions d'établissement et de vitesses que nous avons énoncées plus haut, on peut compter qu'un élévateur simple peut transporter environ un passager par seconde d'une façon continue, résultat impossible à atteindre avec les ascenseurs verticaux.

Ce type d'élévateur se construit simple ou double ; dans ce second cas, deux élévateurs, desservis par la même réceptrice, sont accouplés et placés côte à côte, l'un élevant les passagers à l'étage supérieur, l'autre les descendant vers l'étage inférieur.

*Chemins élévateurs électriques (système Granddemange).* — En dehors de ces trois sortes de chemins élévateurs, résultats du concours ouvert par l'Administration, la maison Mazeran et Sabrou (successeurs des ateliers Olry et Granddemange) a installé, en outre, deux chemins élévateurs, du système Granddemange, qui seuls donnent accès directement au trottoir roulant.

Dans ces appareils, le tablier est fait de plusieurs chaines formées par des maillons de cuivre à la façon des chaines Galle. Ces maillons sont articulés sur des tiges d'acier transversales, qui contribuent à la rigidité du tablier. Celui-ci est, en outre, soutenu par des câbles, qui suivent le même chemin, en s'insérant dans des gorges ménagées dans les galets de roulement et les tambours. Ces câbles de soutien sont, d'ailleurs, constitués par de véritables chaines Galle.

Le moteur électrique actionne, par l'intermédiaire de transmissions, le tambour supérieur. Le tambour inférieur permet, au moyen d'une vis et d'un écrou, de tendre convenablement le tablier. Un autre tambour, placé également à la partie inférieure, sert à tendre les câbles.

Ces deux derniers tambours sont montés sur un même bâti en fonte, supportant deux poutres en fer qui vont se relier au bâti du tambour supérieur.

Ces poutres, qui constituent la carcasse du chemin élévateur, supportent les extrémités des axes des galets de roulement.

Les mains-courantes sont formées de maillons en bois fixés sur une bande flexible qui s'enroule sur des poulies dont l'une est actionnée par le tambour moteur.

J. Laverchère,
*Ingénieur civil.*

## CHIMIE INDUSTRIELLE

### MOUVEMENT ET PROGRÈS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE

### dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France.

*(Suite [1]).*

Composés dérivant du phosphore et de l'arsenic. — *Phosphore.* — L'industrie du phosphore, en France, n'appartient qu'à une seule usine, située à Lyon ; c'est celle de M. Coignet, dont nous avons déjà parlé à propos du superphosphate d'os.

La grosse consommation de phosphore est faite, comme on le sait, par les fabriques d'allumettes. Toutefois, la métallurgie en emploie une certaine quantité, notamment pour la confection des bronzes phosphoreux. On fabrique, à cet effet, quelques quantités de phosphures divers. Enfin la pharmacie et la préparation de certaines pâtes vénéneuses en absorbent chaque année quelques centaines de kilogrammes.

La consommation du monde entier en phosphore est évaluée à 1 million de kilogrammes ; il faut toutefois ajouter qu'elle est en voie de diminution.

La France en consomme 30 000 kilogrammes.

Les exportations et les importations, en 1898 et 1899, ont été les suivantes :

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 146 et n° 10, p. 172.



*Importations et exportations de phosphore* (en kilogr.).

| ANNÉES | PHOSPHORE BLANC | | | PHOSPHORE ROUGE | |
|---|---|---|---|---|---|
| | IMPORTATIONS ou EXPORTATIONS | POIDS en kilogrammes | VALEUR en francs | POIDS en kilogrammes | VALEUR en francs |
| 1898 | Importations | 820 | 4 100 | 51 | 408 |
| 1899 | — | 1 200 | 6 000 | » | » |
| 1898 | Exportations | 119 876 | 599 380 | 27 254 | 218 032 |
| 1899 | — | 228 000 | 798 000 | 43 200 | 293 760 |

En 1898, les importations proviennent en partie d'Angleterre (130 kilogr.) ; pour les 690 kilogr. restants, les pays de provenance ne sont pas désignés.

Les exportations de l'année 1898 se divisent comme suit pour les différents pays de destination :

*Exportations françaises de phosphore en 1898* (en kilogr.).

| PHOSPHORE BLANC | | PHOSPHORE ROUGE | |
|---|---|---|---|
| Danemark . . . . . . . | 1 435 | Norvège . . . . . . . . | 2 190 |
| Angleterre . . . . . . . | 21 183 | Danemark . . . . . . . | 2 112 |
| Suisse . . . . . . . . . | 59 225 | Belgique. . . . . . . . | 12 490 |
| Espagne. . . . . . . . . | 15 644 | Suisse . . . . . . . . . | 7 120 |
| Italie . . . . . . . . . . | 14 370 | Autres pays étrangers. . | 1 420 |
| Autres pays étrangers . . | 4 715 | Indo-Chine française . . | 1 420 |
| Algérie . . . . . . . . . | 2 873 | Autres colonies et pays de protectorat . . . . | 502 |
| Autres colonies et pays de protectorat . . . . . . | 431 | TOTAL . . . . . | 27 254 |
| TOTAL. . . . . . | 119 876 | | |

Le détail des exportations pour 1899 n'est pas encore connu.

Le mode de préparation du phosphore n'a guère fait de progrès en ces dernières années. Nous avons déjà décrit la méthode de réduction des phosphates au four électrique; ce procédé, exploité par la Compagnie électrique du Phosphore en Suisse, le sera d'ici peu, dit-on, par une usine française.

Le procédé de fabrication actuellement employé comprend les opérations suivantes :

1° Traitement des os, en vue de l'extraction de la gélatine, soit par l'eau sous pression en autoclave, puis par l'acide chlorhydrique ; soit en les soumettant de suite à l'action de ce composé, qui dissout le phosphate de chaux et laisse l'osséine.

De toute façon, la matière minérale se trouve finalement à l'état de phosphate monocalcique, ainsi que l'indique l'équation :

$$(PO^4)^2Ca^3 + 4HCl = (PO^4)^2H^4Ca + 2CaCl^2 ;$$

2° La solution ainsi obtenue est traitée par la chaux, ce qui donne lieu à la formation de phosphate bicalcique, qui se précipite, étant insoluble :

$$(PO^4)^2CaH^4 + Ca(OH)^2 = (PO^4)^2Ca^2H^2 + 2H^2O ;$$

3° Traitement du phosphate bicalcique par l'acide sulfurique, ce qui donne l'acide phosphorique. Cette transformation se fait dans de simples cuves, chauffées par un jet de vapeur. Le sulfate de chaux formé est séparé au filtre-presse :

$$(PO^4)^2Ca^2H^2 + 2SO^4H^2 = 2SO^4Ca + 2PO^4H^3 ;$$

4° Concentration jusqu'à 60° B de la solution que l'on mélange avec de la poudre de charbon de bois ;

5° Dessication de la pâte ainsi obtenue à l'air, puis au four à réverbère ;

6° Traitement de la masse, dans des fours spéciaux, où sont placées les cornues en terre réfractaire la contenant. Le phosphore distille et arrive dans des cuves contenant de l'eau maintenue à une température d'environ 50 degrés.

La production du phosphore se fait d'après la réaction :

$$PO^4H^3 + 4C = P + 4CO + 3H ;$$

7° Épuration du phosphore par filtrage et moulage.

Nous pouvons ajouter que la production du phosphore peut être évaluée à environ 220 à 230 000 kilogrammes.

Un fait, du plus haut intérêt, est la suppression complète du phosphore blanc dans la confection des allumettes, qui a été décidée par le Gouvernement français, en 1898. On sait quels graves inconvénients offrait l'emploi du phosphore blanc : d'une part, les allumettes faites avec ce produit étaient vénéneuses ; d'autre part, la fabrication était très malsaine.

Bien des formules avaient été proposées ; toutes présentaient d'assez graves inconvénients : le chlorate de potasse et le phosphore amorphe sont dangereux à manier ; les sels de plomb peroxydés sont nuisibles à la santé des ouvriers ; enfin les allumettes au permanganate de potasse ne répondent pas à toutes les exigences.

La Commission nommée pour étudier la suppression du phosphore blanc a adopté les allumettes au sesquisulfure de phosphore. On sait que ce corps est inoxydable à l'air, qu'il ne se volatilise qu'à 330 degrés ; il n'émet donc pas de vapeur aux températures ordinaires. De plus, il s'enflamme à 95 degrés, tandis que le phosphore blanc prend feu à 60 degrés et le phosphore amorphe à 260 degrés. Enfin il n'est pas vénéneux à doses moyennes. Il se présente sous forme d'une poudre gris jaunâtre, dégageant une odeur spéciale de sulfure, qui n'est pas incommodante. On peut, en outre, faire remarquer que son emploi n'exige pas un dosage rigoureux, que les allumettes ainsi fabriquées s'enflamment doucement et facilement sur toutes les surfaces, qu'elles se conservent indéfiniment, qu'elles résistent à l'humidité et qu'elles ne sont pas phosphorescentes la nuit. D'ailleurs, elles ont le même aspect que les allumettes au phosphore blanc ; le public ne peut les reconnaître qu'à ce qu'elles n'émettent plus l'odeur désagréable et malsaine de ces dernières.

C'est la maison Coignet qui fabrique ce sesquisulfure de phosphore.

*Arsenic.* — Nous n'avons rien de particulier à ajouter à ce que nous avons dit sur l'industrie de l'arsenic. Nous trouverons plus loin quelques fabricants de couleurs faisant des produits à base d'arsenic.

COMPOSÉS DÉRIVANT DU CARBONE, DU SILICIUM ET DU BORE. — *Acide carbonique liquide.* — Une seule usine d'acide carbonique liquide appartient à la région de l'Est ; elle est située à Grenoble et emploie le procédé classique de la décomposition du carbonate de chaux par un acide.

Il existait une usine à Nantes ; elle a dû cesser récemment sa fabrication. Elle fabriquait également de la céruse, par un procédé de précipitation, dans lequel elle trouvait l'emploi d'une partie de son acide.

Nous n'avons pu obtenir le détail de production de chaque usine ; nous savons seulement que la production de la province est de 2 000 tonnes. Nous ne reviendrons pas sur les usages de ce produit qui ont été indiqués en détail [1].

*Sulfure de carbone.* — L'industrie du sulfure de carbone est assez importante pour que nous lui donnions un coup d'œil général, qui nous permettra de réparer une omission commise à propos de la région du Nord-Ouest.

Dans la région parisienne, nous avons signalé la fabrique de M. Deiss, à Saint-Denis.

Dans le Nord-Ouest, au Petit-Quévilly (Seine-Inférieure), se trouve une autre usine.

Dans le Centre, nous rencontrons la fabrique de la Société du Sulfure de Carbone du Centre, à Lyon-la-Mouche.

Nous signalerons, dans le Sud-Est, au Chartreux, près Marseille, l'importante usine de la Société Marseillaise de Sulfure de Carbone, qui appartenait à M. Edouard Deiss.

Enfin, dans le Sud-Ouest, à Bergerac, se trouve la Société du Sulfure de Carbone de l'Alba.

La production du sulfure de carbone en France est de 5 à 6 000 tonnes ; mais elle est en voie de diminution. On sait, en effet, que la grosse consommation est nécessitée par les maladies de la vigne, maladies qui ont amené l'emploi des plants américains, ce qui a diminué la consommation du sulfure de carbone.

Le seul procédé de fabrication employé est entièrement synthétique, c'est-à-dire qu'il réside dans l'union pure et simple d'un atome de carbone avec deux atomes de soufre, par action de la chaleur.

Actuellement on se sert de fours contenant quatre ou six cornues, qui sont placées verticalement. Ces cornues sont terminées, à leur partie supérieure, par un col de cygne, par lequel s'évacuent les gaz et le sulfure de carbone ; ceux-ci passent dans un réfrigérant muni de chicanes, puis dans des tubes refroidis où se fait la condensation des vapeurs de sulfure de carbone. Quant aux gaz incondensables, qui sont constitués surtout par de l'hydrogène sulfuré, ils sont recueillis dans un gazogène ; on les utilise pour fournir, par leur combustion, de l'acide sulfureux.

Le sulfure de carbone contient toujours du soufre entraîné ; on le rectifie par distillation dans des chaudières en tôle.

Nous avons signalé l'emploi du sulfure de carbone dans le traitement des vignes ; ce produit est aussi très employé pour l'extraction des graisses et corps gras, pour la vulcanisation du caoutchouc, pour l'extraction de la paraffine, ainsi que des parfums de quelques plantes.

*Silicates de potasse et de soude.* — Nous avons déjà dit que la fabrication des silicates de potasse et de soude n'était faite en grand que

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 18, p. 279.

par deux maisons : la maison Kuhlmann, qui appartient à la région du Nord, et la maison Ancel, à Rosières-aux-Salines (Meurthe-et-Moselle).

La production totale est de 5 000 tonnes, dont 4 000 tonnes de silicate de soude et 1 000 de silicate de potasse.

*Acide borique et borax.* — Dans la région lyonnaise se trouvent deux usines fabriquant l'acide borique et le borax ; l'une est située à Lyon-la-Mouche et appartient à la Société lyonnaise des Mines et Usines de Borax ; l'autre est celle de M. Victor Vernier, à Lyon.

Ces usines produisent 700 à 900 tonnes de borax.

A propos de la région parisienne, nous avons oublié d'indiquer la maison Billaut, qui raffine l'acide borique de Toscane. Elle produit ainsi 230 à 250 tonnes d'acide borique pur.

**Composés dérivant des métaux.** — SELS DE POTASSIUM ET DE SODIUM. — *Carbonate et sulfate de potassium.* — Nous avons déjà montré que l'industrie des sels de potassium était localisée dans la région du Nord. La production des usines qui traitent les varechs et qui sont situées dans le Morbihan et le Finistère a, sous le rapport des sels de potassium, une importance absolument insignifiante.

Nous sommes à même aujourd'hui de compléter les renseignements que nous avons déjà donnés sur les mines de Stassfurt, et nous résumons dans les tableaux suivants une intéressante étude que M. Lany vient de publier dans la *Chemische Industrie* :

*Production des mines de Stassfurt depuis leur mise en exploitation* (en tonnes de 20 centners).

| ANNÉES | CARNALITE | KAINITE | SYLVINITE | SEL GEMME | KIÉSERITE | BORACITE | ENSEMBLE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1857 à 1860 | » | » | » | 21 404 | » | » | 21 404 |
| 1861 à 1865 | 56 680 | » | » | 44 260 | 50 | 2 | 101 256 |
| 1866 à 1870 | 184 921 | 9 171 | » | 58 889 | 654 | 17 | 257 025 |
| 1871 à 1875 | 431 852 | 18 925 | » | 63 722 | 19 | 18 | 514 537 |
| 1876 à 1880 | 641 975 | 55 423 | » | 96 904 | 494 | 76 | 794 872 |
| 1881 à 1885 | 827 779 | 205 020 | » | 207 249 | 8 578 | 149 | 1 208 776 |
| 1886 à 1890 | 805 057 | 325 002 | 12 493 | 237 719 | 11 032 | 154 | 1 391 458 |
| 1891 à 1895 | 796 911 | 637 419 | 50 812 | 292 795 | 4 656 | 169 | 1 782 765 |
| 1896 | 856 223 | 833 025 | 90 389 | 277 883 | 2 841 | 194 | 2 060 557 |
| 1897 | 851 272 | 1 012 185 | 84 104 | 288 035 | 2 619 | 184 | 2 238 400 |
| 1898 | 990 998 | 1 120 616 | 94 270 | 291 591 | 2 444 | 252 | 2 500 171 |
| 1899 | 1 317 947 | 1 063 195 | 100 653 | 310 377 | 2 066 | 155 | 2 794 395 |

Pour les années antérieures à 1896, les chiffres donnent la production annuelle moyenne, calculée par périodes de cinq ans.

*Production totale des mines de Stassfurt depuis leur mise en exploitation* (en tonnes).

| | | |
|---|---|---|
| Carnalite. . . . . | 22 742 323 | TOTAL des sels de potasse : 33 714 097 tonnes |
| Kainite. . . . . . | 10 285 828 | |
| Sylvinite. . . . . | 685 946 | |
| Sel gemme. . . . | 6 261 192 | |
| Kiéserite. . . . . | 137 396 | |
| Boracite . . . . . | 3 724 | |
| TOTAL. . . | 40 116 409 tonnes. | |

*Tableau de la répartition annuelle dans les diverses industries du sel extrait aux mines de Stassfurt* (en tonnes).

| ANNÉES | CARNALITE ET KIÉSERITE | | | |
|---|---|---|---|---|
| | EMPLOI AGRICOLE | | TRANSFORMATION en sels concentrés | ENSEMBLE |
| | ALLEMAGNE | ÉTRANGER | | |
| 1896 | 56 541 | 3 963 | 798 559 | 859 064 |
| 1897 | 58 544 | 5 157 | 790 190 | 853 891 |
| 1898 | 60 793 | 7 188 | 925 461 | 993 442 |
| 1899 | 58 677 | 4 611 | 1 256 729 | 1 320 017 |

| ANNÉES | KAINITE ET SYLVINITE | | | |
|---|---|---|---|---|
| | EMPLOI AGRICOLE | | TRANSFORMATION en sels concentrés | ENSEMBLE |
| | ALLEMAGNE | ÉTRANGER | | |
| 1896 | 557 526 | 245 059 | 120 828 | 923 413 |
| 1897 | 668 340 | 291 765 | 132 185 | 1 096 290 |
| 1898 | 722 115 | 334 110 | 158 660 | 1 214 886 |
| 1899 | 717 637 | 314 869 | 131 342 | 1 163 848 |

*Tableau donnant les quantités fabriquées des différents sels* (en tonnes).

| ANNÉES | CHLORURE de potassium | SULFATE de potassium | SULFATE DOUBLE de potassium et magnésium calciné | SULFATE DOUBLE de potassium et magnésium cristallisé |
|---|---|---|---|---|
| 1896 | 155 805 | 13 889 | 4 622 | 1 051 |
| 1897 | 158 863 | 15 403 | 7 415 | 922 |
| 1898 | 174 380 | 17 781 | 10 535 | 914 |
| 1899 | 180 672 | 24 656 | 8 459 | 579 |

| ANNÉES | SEL DE POTASSE d'engrais | KIÉSERITE en blocs | KIÉSERITE calcinée et pulvérisée | TOTAUX |
|---|---|---|---|---|
| 1896 | 19 253 | 24 087 | 211 | 219 818 |
| 1897 | 23 042 | 25 669 | 214 | 231 527 |
| 1898 | 24 284 | 19 934 | 728 | 248 537 |
| 1899 | 70 916 | 28 216 | 260 | 313 757 |

*Chlorates de potasse et de soude.* — Les chlorates de potasse et de soude ont acquis une grande importance. De nombreux débouchés leur sont offerts, notamment au chlorate de potasse. Ce composé est, en effet, très employé dans la fabrication des allumettes et des explosifs; de plus son pouvoir oxydant le fait utiliser en teinturerie et en impressions. Enfin la pharmacie en consomme également des quantités assez grandes.

En France, on trouve quatre usines s'occupant de ces produits; ce sont : la Société d'électro-chimie, qui a une usine, en France, à Saint-Michel de Maurienne (Savoie), et une autre, en Suisse, à Vallorbe; la maison Bergès, Corbin et C[ie], à Cheddes (Haute-Savoie); la Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, à Chauny; enfin, la Société des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue (anciens établissements Péchiney).

En résumé, nous trouvons une usine dans le Nord, une autre dans le Midi et deux usines dans l'Est.

Les deux usines du Nord et du Midi emploient l'ancien procédé de Liebig. On sait qu'il consiste dans la formation du chlorate de chaux et la transformation de ce chlorate en sel de potassium par double décomposition avec le chlorure.

Pour obtenir le chlorate de chaux, on fait passer un courant de chlore dans un lait de chaux maintenu à 50 degrés. Après le traitement du produit ainsi obtenu par la solution de chlorure de potassium, on évapore légèrement, et le chlorate de potassium se dépose.

La Société d'électro-chimie emploie le procédé Gall et de Montlaur, que nous avons décrit ailleurs [1]. La maison Bergès, Corbin et C[ie] exploite un brevet se rapprochant du précédent.

La fabrication du chlorate de soude est basée sur les mêmes principes; mais elle offre plus de difficultés, par suite de la solubilité beaucoup plus grande de ce produit.

Si nous examinons les quantités produites, nous trouvons, pour le chlorate de potasse, des chiffres extrêmement élevés; toutefois nous ajouterons que les statistiques, déjà fort difficiles à obtenir et à contrôler, deviennent d'une certaine incertitude quand on touche à l'industrie électrolytique, qui est née d'hier.

Nous dirons cependant — et nous croyons pouvoir donner ce renseignement comme exact — qu'il est sorti des usines françaises 3 850 tonnes de chlorate de potasse, en 1899. Ce chiffre se subdivise comme suit :

| | |
|---|---|
| Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey. . . | 150 tonnes. |
| Compagnie d'Alais et de la Camargue. . . . . . . | 700 — |
| Les deux usines électrolytiques. . . . . . . . . . | 3 000 — |

Nous devons ajouter que les usines électrolytiques peuvent fournir des quantités bien supérieures à celle que nous avons indiquée; elles peuvent produire à elles deux 4 500 tonnes.

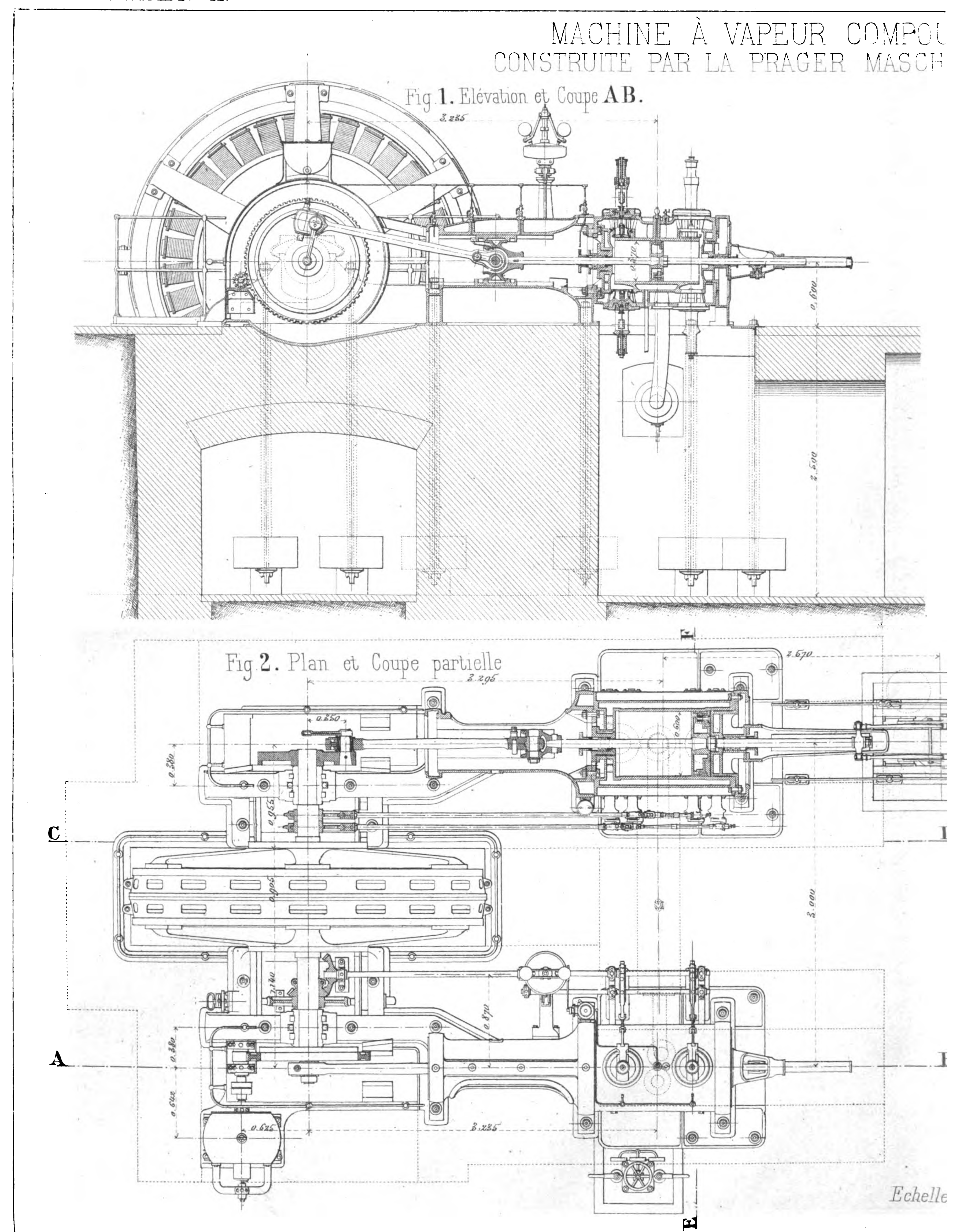
On voit donc que la fabrication du chlorate de potasse, en France, se trouve dans une situation avantageuse, ce que démontre, d'ailleurs, le tableau suivant :

*Importations et exportations de chlorate de potasse* (en kilogr.).

| ANNÉES | EXPORTATIONS | IMPORTATIONS | ANNÉES | EXPORTATIONS | IMPORTATIONS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1889 | 170 000 | 6 000 | 1895 | 768 000 | 4 000 |
| 1890 | 114 000 | 1 000 | 1896 | 544 000 | 15 000 |
| 1891 | 216 000 | 2 000 | 1897 | 884 000 | 0 |
| 1892 | 110 000 | 12 000 | 1898 | 1 023 000 | 0 |
| 1893 | 119 000 | 24 000 | 1899 | 434 000 | 0 |
| 1894 | 361 000 | 16 000 | | | |

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 6, p. 86.

MACHINE À VAPEUR COMPOU
CONSTRUITE PAR LA PRAGER MASCH



ND CORLISS À SOUPAPES
NENBAU - ACTIEN - GESELLSCHAFT.

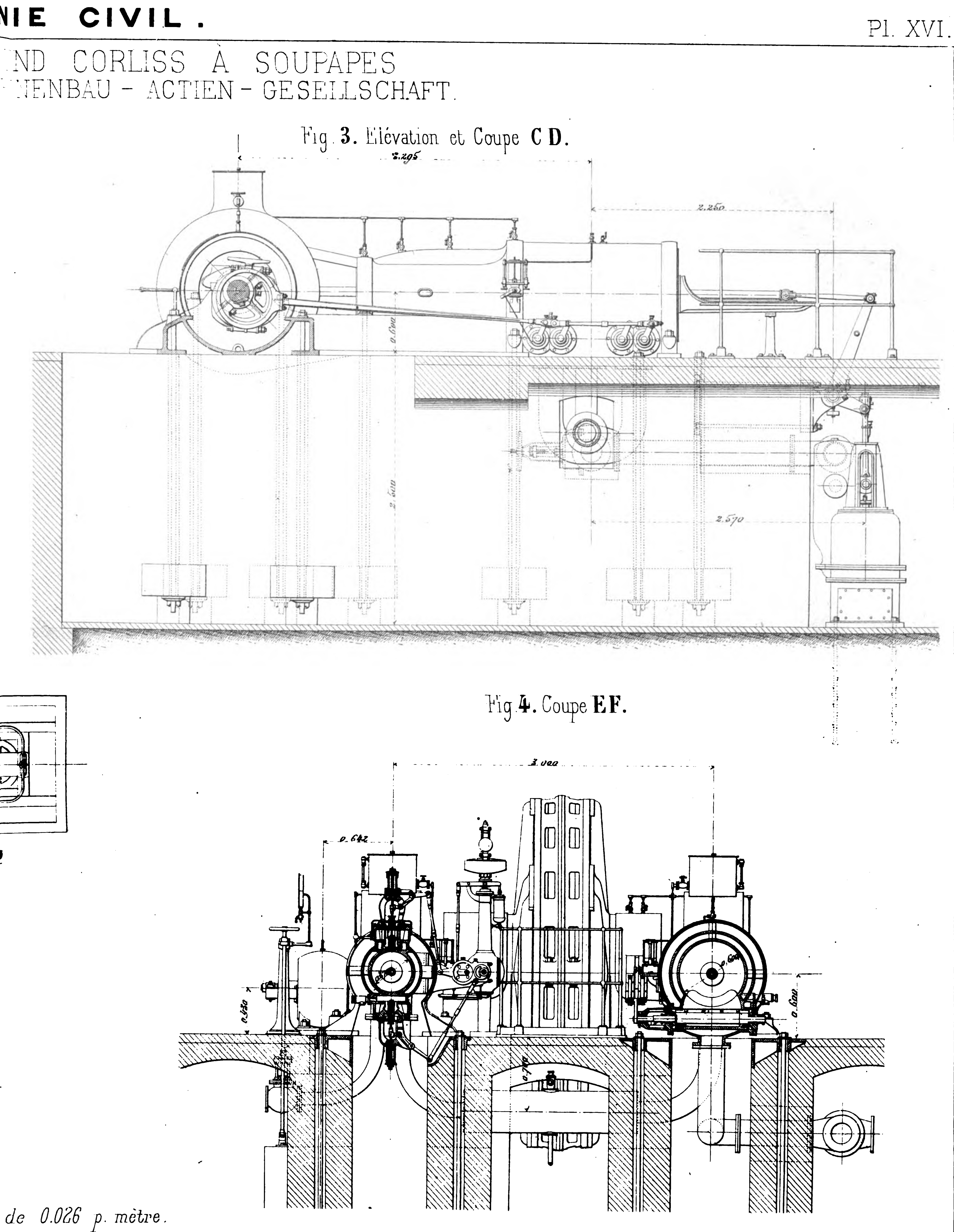



Fig. 3. Élévation et Coupe CD.

Fig. 4. Coupe EF.

de 0.026 p. mètre.

Auto Imp L. Braun. 58, rue Rochechouart, Paris.

On voit qu'en 1899, les exportations se sont élevées à 434 tonnes, tandis que les importations étaient nulles. La production s'étant élevée à 3 850 tonnes, la consommation française a été, par suite, de 3 416 tonnes environ.

*Perchlorates de potasse, de soude et d'ammonium.* — Les deux usines qui s'occupent d'électrolyse, en vue de la fabrication des chlorates, font également des perchlorates, et notamment du perchlorate d'ammonium. Ce sel, de formule $ClO^4(AzH^4)$, devient d'un emploi courant dans la fabrication d'explosifs spéciaux, pour mines. Toutefois les quantités fabriquées de ces produits sont relativement insignifiantes.

*Permanganate de potasse.* — Nous avons déjà vu qu'une usine, située au Havre et appartenant à MM. Fœrster, fabriquait le permanganate de potasse. La Société des Mines de Bouxwiller en fabrique également, à Laneuveville-devant-Nancy, depuis deux ans. Enfin la Société d'électro-chimie commence à en faire, à Saint-Michel de Maurienne, par voie électrolytique.

Toutefois l'électrolyse joue un rôle relativement secondaire dans la fabrication de ce produit. Il faut, en effet, toujours préparer directement le manganate de potasse, par action de la potasse sur le bioxyde de manganèse. Ce sel est alors soumis à l'électrolyse dans des conditions convenables.

La production est de 150 à 160 tonnes par an.

Les principaux débouchés se trouvent dans la pharmacie et dans certaines fabrications où il est employé comme oxydant. Depuis quelque temps, il est fait des essais en vue du traitement des vignes, essais que l'on assure être concluants.

*Ferrocyanures et cyanures de potassium et de sodium.* — Nous avons déjà jeté un coup d'œil sur cette industrie, à propos de la région parisienne. Quelques erreurs, que nous allons réparer, s'étaient glissées dans notre étude, nous nous étendrons ensuite sur la fabrication.

Ne pouvant envisager tous les moyens de production qui ont été plus ou moins exploités, nous nous contenterons de décrire les méthodes actuellement employées en France.

L'ancien procédé aux matières animales n'existe plus chez nous. On sait qu'il consistait à calciner des matières animales, c'est-à-dire des produits azotés, en présence de fer. Le charbon, fourni par les matières animales, réduit le carbonate de potasse à l'état de potassium, et l'excès de charbon se combine à l'azote et au potassium pour donner du cyanure de potassium. Quant au rôle joué par le fer, il réside totalement dans la désulfuration du sulfure de potassium, provenant du sulfate contenu dans le carbonate et qui a été réduit par le charbon. On a :

$$2C + CO^3K^2 = 2K + CO^2 + CO$$
$$2K + 2C + 2Az = 2CAzK$$

De plus :

$$SO^4K^2 + 4C = K^2S + 4CO$$
$$K^2S + Fe + 2C + 2Az = FeS + 2CAzK$$

Il se forme donc dans la masse du cyanure de potassium. On lave cette masse et c'est alors que prend naissance le ferrocyanure par action du sulfure sur le cyanure :

$$6CAzK + FeS = K^4Fe\,(CAz)^6 + K^2S.$$

Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce procédé puisqu'il n'est plus employé en France.

Le seul mode de fabrication du ferrocyanure actuellement usité par nos usines consiste dans l'utilisation des matières épurantes du gaz.

On sait que ces mélanges épurants, introduits vers 1840, par Mallet, dans l'industrie du gaz d'éclairage, et perfectionnés par Laming en 1847, ont pour but principal l'absorption de l'acide sulfhydrique par l'oxyde de fer.

Le mélange est composé de chaux, de sulfate de fer et de sciure de bois. Le sulfate de fer est décomposé par la chaux, avec formation d'hydrate de protoxyde de fer $Fe(OH)^2$, qui se transforme en hydrate d'oxyde ferrique par l'action de l'air :

$$2\,[Fe(OH)^2] + O + H^2O = Fe^2(OH)^6.$$

L'hydrogène sulfuré, passant dans le mélange, donne :

$$Fe^2(OH)^6 + 3H^2S = Fe^2S^3 + 6H^2O.$$

Finalement, l'oxygène de l'air brûle le sulfure ainsi formé et l'on a :

$$Fe^2S^3 + 3O + 3H^2O = Fe^2(OH)^6 + 3S.$$

Ce soufre, qui atteint parfois 40 %, finit par rendre le mélange absolument inactif.

Les composés cyanogénés du gaz sont, de plus, retenus par l'oxyde ferrique.

On a donc, dans la masse épurante, du sulfure de fer, du soufre, des sels ammoniacaux, du ferrocyanure de fer, des sulfocyanures de fer et d'ammonium, du ferrocyanure d'ammonium et des sels de chaux.

Pour traiter le mélange, on lui fait subir les opérations suivantes :

1° Traitement de la masse, pour la débarrasser du soufre, soit par fusion, soit par entraînement de la vapeur d'eau (cette première opération est rarement pratiquée);

2° Lavage méthodique des matières, pour séparer tous les produits solubles : sels ammoniacaux et sulfocyanures;

3° Traitement des matières par la chaux, dans le but de rendre soluble le ferrocyanure contenu dans la masse;

4° Lavage à chaud du produit ainsi obtenu, et évaporation des solutions;

5° Décomposition du ferrocyanure de calcium par action du chlorure de potassium, ce qui donne un ferrocyanure double de calcium et de potassium, insoluble dans l'eau :

$$Ca^2FeCy^6 + 2KCl = CaK^2FeCy^6 + CaCl^2;$$

6° On sépare ce produit au filtre-presse, et on le décompose par une solution de carbonate de potassium :

$$CaK^2FeCy^6 + CO^3K^2 = CO^3Ca + K^4FeCy^6;$$

7° Il ne reste plus qu'à faire cristalliser.

Le résidu de ces opérations est constitué par de l'oxyde ferrique, des sels de chaux, de la sciure de bois, et du soufre (quand on n'a pas pratiqué la première opération).

On a proposé diverses utilisations de ces résidus, notamment pour la préparation de l'acide sulfurique, en les brûlant dans des fours à tablette. On a également proposé de s'en servir contre l'oïdium, en les pulvérisant dans des appareils spéciaux.

Telle est, très résumée, la méthode qui est de beaucoup la plus employée dans le monde entier.

Quant au ferricyanure de potassium, il est obtenu par oxydation de la solution de ferrocyanure, en y faisant passer un courant de chlore :

$$2K^4FeCy^6 + 2Cl = 2KCl + K^6Fe^2Cy^{12}.$$

Enfin, le sulfocyanure de potassium, que l'on a cherché à préparer industriellement par le sulfure de carbone et le sulfhydrate d'ammoniaque (procédé Gélis) ou par le sulfure de carbone et l'ammoniaque (procédé Tscherniak et Gunsburg), est extrait des eaux de lavage des matières épurantes, en les traitant par un sel cuivreux, qui donne un sulfocyanure insoluble. Si l'on veut avoir le sulfocyanure de potassium, il suffit de traiter par un sulfhydrate alcalin.

Nous avons déjà dit que l'industrie du ferrocyanure était insignifiante avant la découverte des méthodes de traitement des minerais aurifères par le cyanure de potassium. Il en est ainsi consommé 50 % de la production. Toutefois le ferrocyanure est encore employé pour la fabrication des couleurs, notamment pour celle du bleu de Prusse, qui devient chaque jour d'une plus grande importance. Il en est consommé aussi de certaines quantités pour la teinture de la soie et de la laine; Lyon en absorbe ainsi 300 tonnes, chaque année. Enfin il ne faut pas négliger la consommation faite par toutes les usines de mécanique pour la cémentation des outils.

Le ferricyanure ne sert que pour la confection des papiers photographiques servant au tirage des épreuves bleues.

Le sulfocyanure de potassium est utilisé dans les laboratoires (ainsi que les produits précédents) comme réactif. Le sulfocyanure de cuivre, qui est très toxique, est employé dans la peinture des coques de navires; il en est consommé également comme mordant à l'état de sulfocyanure d'étain et d'alumine. Enfin l'Allemagne absorbe quelques quantités de sulfocyanures alcalins pour la fabrication de certaines matières colorantes artificielles, où il joue le rôle de réducteur.

*Cyanure de potassium.* — Le cyanure de potassium a été préparé, pendant fort longtemps, par la méthode de Liebig, qui consistait dans la calcination du ferrocyanure de potassium en présence du carbonate de potassium :

$$K^4FeCy^6 + CO^3K^2 = 6KCAz + FeO + CO^2.$$

On lessive, puis on sépare le cyanure, du carbonate en excès, par une précipitation du cyanure par l'alcool ou l'acétone.

On a reproché à ce procédé la perte d'un peu de cyanure à l'état de cyanate; mais il marquait déjà un grand progrès sur l'ancien procédé de pure et simple calcination du ferrocyanure, basé sur l'équation :

$$K^4FeCy^6 = 4KCAz + FeC^2 + Az.$$

Aujourd'hui, on a substitué à ces procédés celui de la maison « Rossler et Hasslacher » de New-York, qui appartient à la « Deutsche Gold und Silber Scheide-Anstalt ». Il consiste à traiter le ferrocyanure de potassium par le sodium :

$$K^4FeCy^6 + 2Na = 4KCAz + 2NaCAz + Fe.$$

On n'a plus qu'à lessiver et à évaporer.

Ce procédé est le seul usité dans les fabriques françaises.

Cependant un changement très considérable va survenir dans cette industrie : la grosse fabrique de la région parisienne, la maison

Tétard, de Gennevilliers, qui employait ce procédé au sodium, va adopter celui de la « Stassfurter Chemische Fabrik », dont nous empruntons la description au rapport de M. le professeur Haller sur l'Exposition de Chicago :

Dans des cornues verticales, chauffées directement par un foyer, on place un mélange de charbon et de carbonate de potassium. On fait arriver du gaz ammoniac par une tubulure débouchant un peu au-dessus de la région la plus chaude des cornues. On a la réaction :

$$C + CO^3K^2 + 2AzH^3 = 2CAzK + 3H^2O.$$

Ce procédé donne, paraît-il, de très bons résultats. La Société allemande, qui l'a fait breveter, avait construit d'abord 36 fours; elle a porté, l'an dernier, ce nombre à 52.

Cette méthode sera exploitée par M. Tétard, dans une importante usine d'engrais d'Aubervilliers.

Le gros débouché du cyanure de potassium se trouve, comme nous l'avons indiqué, dans le traitement des minerais aurifères. La galvanoplastie et la dorure en consomment un peu. Enfin on utilise parfois les propriétés toxiques de ce corps pour amener une destruction prompte des animaux.

La consommation française est de 15 000 kilogrammes.

Nous allons examiner maintenant l'état actuel de ces industries en France.

Pour le ferrocyanure de potassium nous trouvons sept fabriques, dont deux très importantes :

Dans la région parisienne, la maison Camille Arnoul, à Saint-Ouen-l'Aumône (Seine-et-Oise);
Dans le Nord-Est, la Société des Mines de Bouxwiller, à la Laneuveville-devant-Nancy;
Dans le Nord-Ouest, la maison West, à la Trinité de Réville (Eure);
Dans l'Ouest, la Société Nantaise des Produits Chimiques, à la Morinière, près Nantes;
Dans le Centre, la maison Gillet, à Lyon;
Dans le Sud-Est, la maison Dubois, à Marseille;
Dans le Sud-Ouest, la Société anonyme des Produits chimiques et Engrais de Birambitz, à Bègle, près Bordeaux.

En résumé, dans les régions dont nous nous occupons, nous trouvons trois usines, dont l'une très importante.

Dans le développement de l'industrie du ferrocyanure, l'usine qui a joué le rôle prépondérant est certainement celle de Saint-Ouen-l'Aumône.

Le tableau suivant montre d'ailleurs le développement de sa production :

*Production de ferrocyanure à l'usine de Saint-Ouen-l'Aumône* (en tonnes).

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1881 | 0,25 | 1886 | 46 | 1891 | 320 | 1896 | 651 |
| 1882 | 16 | 1887 | 141 | 1892 | 421 | 1897 | 670 |
| 1883 | 15 | 1888 | 174 | 1893 | 478 | 1898 | 733 |
| 1884 | 40 | 1889 | 234 | 1894 | 578 | 1899 | 943 |
| 1885 | 36 | 1890 | 256 | 1895 | 562 | | |

En 1899, la production totale des usines de ferrocyanure a été de 1 500 tonnes.

Le tableau suivant donne, en outre, les exportations et importations depuis 1889 :

*Importations et exportations de ferrocyanure* (en tonnes).

| ANNÉES | EXPORTATIONS | IMPORTATIONS | ANNÉES | EXPORTATIONS | IMPORTATIONS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1889 | 15 | 148 | 1895 | 79 | 93 |
| 1890 | 58 | 82 | 1896 | 84 | 88 |
| 1891 | 118 | 73 | 1897 | 234 | 37 |
| 1892 | 64 | 83 | 1898 | 439 | 15 |
| 1893 | 119 | 67 | 1899 | 444 | 12 |
| 1894 | 146 | 50 | | | |

Ce tableau montre que les importations ont été en diminuant et les exportations en augmentant. Les exportations se font surtout vers les États-Unis; cela provient de ce que les principales usines de transformation du ferrocyanure en cyanure sont situées dans ce pays.

La production française en ferricyanure atteint à peine 10 tonnes. Quant à celle du sulfocyanure, qui est certainement très faible, elle est absolument inconnue.

Enfin la production du cyanure a atteint 250 tonnes. Elle se partage entre trois maisons, à savoir par ordre d'importance : la maison Tétard, à Gennevilliers, l'administration des mines de Bouxwiller, et la maison Dubois.

Quant au commerce extérieur du cyanure, il n'en est pas question dans les statistiques douanières.

En résumé, l'industrie dont nous venons de nous occuper paraît être dans un état particulièrement florissant.

Léon Guillet,
*Ingénieur des Arts et Manufactures,*
*Licencié ès sciences.*

*(A suivre.)*

# HYGIÈNE

## INCINÉRATION DES ORDURES MÉNAGÈRES
### à San Francisco (Californie).

L'enlèvement et la destruction des ordures ménagères est un problème qui intéresse au plus haut point l'hygiène et la salubrité des villes. Comme on le sait, plusieurs grandes agglomérations américaines ont adopté pour solution de ce problème l'incinération, et le *Génie Civil* a déjà décrit [1] un certain nombre des installations réalisées à cet effet.

Nous nous proposons de donner, d'après un article paru dans l'*Engineering News*, quelques renseignements relatifs au traitement par incinération des ordures ménagères de la ville de San Francisco. Cette incinération s'effectue dans des fours du système Thackeray, et l'ensemble des opérations d'enlèvement et d'incinération est organisé de telle sorte qu'il constitue pour la ville une source de revenus.

C'est à la fin de l'année 1895 que la municipalité de San Francisco mit en adjudication, au plus offrant, le traitement des ordures ménagères de la ville pendant 50 ans. Toutes les ordures, cendres et autres déchets des maisons devaient être livrés à l'usine que construirait l'adjudicataire, celui-ci étant autorisé à prélever une taxe de 20 cents par yard cube (1 fr. 33 par mètre cube). De cette façon, l'entreprise ne coûtait rien à la ville; au contraire, l'adjudicataire, s'engageait à lui payer une somme de 12550 francs, plus 2 % des recettes brutes pendant 15 ans et 5 % pendant les autres 35 ans. Le contrat fut signé sur ces bases le 17 février 1896, et, peu de temps après, l'adjudicataire céda tous ses droits à la Compagnie des Sanitary Reduction Works of San Francisco, qui s'était fondée dans ce but. Le président de la nouvelle Compagnie fit alors un voyage d'études de la question et, sur son rapport, on décida d'adopter le système d'incinération Tackeray, qui est appliqué à Montréal.

Fig. 1. — Plan de l'usine d'incinération des ordures ménagères de San Francisco.

La construction de l'usine, commencée au mois de février 1897, et terminée au mois d'octobre suivant, a été faite sous la direction de M. Thackeray; l'ensemble a coûté environ 375 000 francs.

A San Francisco, les ordures ménagères, cendres et déchets de toutes sortes sont mis pêle-mêle, par les particuliers, dans des récipients *ad hoc*. Ce mélange est ensuite ramassé par des balayeurs, italiens pour la plupart, qui forment une « Scavengers' Union » (union de balayeurs), et sont payés par les particuliers. Autrefois, ils portaient les ordures ménagères aux dépôts que la municipalité leur fixait; maintenant, ils les portent à l'usine d'incinération, où ils payent la

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXV, n° 23, p. 363; t. XXVI, n° 15, p. 231 et t. XXXI, n° 6, p. 89.

taxe de 20 cents par yard cube qui leur est remboursée par leurs clients.

L'usine d'incinération se compose, comme on le voit sur la figure 1, de deux bâtiments contenant les fours et comprenant entre eux la cheminée. Cet ensemble forme les trois côtés d'un rectangle de 79m 85 sur 30m 50.

Les bâtiments latéraux sont hauts de deux étages; chacun d'eux contient 16 fours ayant une surface de grille de 2m 45 sur 3m 65, et capables de brûler chacun, par 24 heures, trois charges d'environ 11 mètres cubes du mélange d'ordures ménagères.

Il y a, outre ces 32 fours, quatre autres fours plus petits placés près de la cheminée. Ils étaient destinés à brûler la fumée, mais leur usage n'a pas été jugé nécessaire. On ne s'en sert donc pas, mais ils permettraient de brûler environ 22 mètres cubes d'ordures par jour.

La capacité totale de l'usine est, par suite, de 1 150 mètres cubes, ce qui correspond à 600 tonnes d'ordures par 24 heures. Cette usine semble donc être la plus grande qui existe pour l'incinération des ordures et des déchets.

Les fours (fig. 2 à 5) sont construits sur le même plan général que ceux de l'usine de Montréal, mais, tandis que dans cette ville ils sont

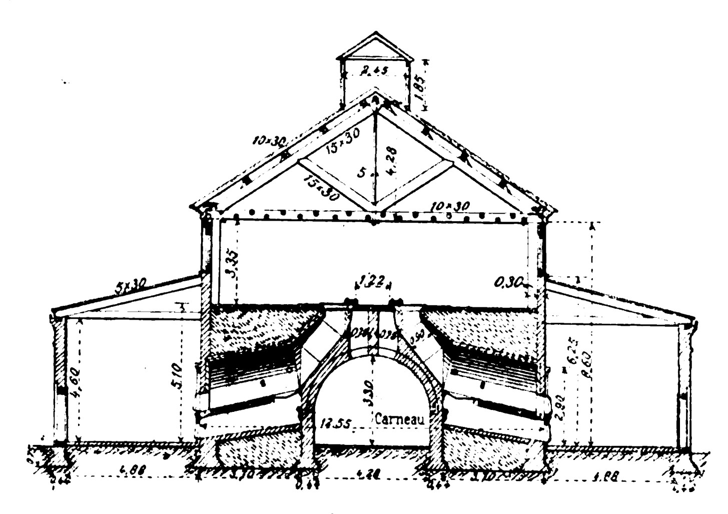



Fig. 2. — Coupe transversale des fours.

soufflés à l'air chaud, à San Francisco le tirage naturel a été trouvé largement suffisant pour produire l'incinération complète.

On avait installé, près de la cheminée, dans les carneaux principaux, quatre chaudières, dans l'intention d'utiliser, pour la production de la vapeur, la chaleur des gaz avant leur entrée dans la cheminée. Ces chaudières ne sont pas utilisées actuellement et il est douteux que l'on puisse produire beaucoup de vapeur au moyen de la chaleur produite par la combustion des ordures, à moins qu'on ne place les chaudières tout au voisinage des fours, de façon qu'elles en utilisent plus directement la chaleur.

La cheminée a 80m 75 de hauteur; sa section, à la base, est de 4m 25 sur 4m 25.

Les bâtiments, en briques, avec toiture métallique, sont construits de façon à être incombustibles.

A l'entrée se trouve un bureau où les charges d'ordures sont pesées et où la taxe est perçue. Les voitures montent ensuite le long de rampes qui les amènent à la partie supérieure des bâtiments d'incinération, où elles vident leur chargement dans des couloirs qui aboutissent directement à des trémies, servant à alimenter les fours.

Pour charger un four, on pousse dans la trémie les ordures provenant du plancher de déchargement, pendant qu'un homme, posté en bas, à la porte du four, les fait avancer dans celui-ci. Lorsque le four est plein, ainsi que sa trémie, ils contiennent environ 11 mètres cubes d'ordures ménagères.

Lorsque le four est chargé, on n'y ajoute rien tant que les matières ne sont pas entièrement calcinées et que le résidu n'a pas été enlevé. Lors du nettoyage du four, on y laisse une quantité de scories suffisante pour allumer la charge suivante. On n'emploie, d'ailleurs, aucune autre espèce de combustible; les ordures brûlent d'elles-mêmes.

Il faut de quatre à huit heures pour l'incinération d'une charge, suivant la nature du mélange à brûler.

La combustion ne présente pas de difficultés particulières. Il suffit d'avoir soin, lorsque l'on charge un four, d'amener au contact de la scorie incandescente, les matières les plus sèches et les plus combustibles, afin de faciliter l'allumage. A part cela, on ne prend aucune précaution spéciale, et les ordures sont enfournées telles qu'elles sont apportées par les voitures. Il n'est fait d'exception que pour le ferblanc et les substances métalliques. Toutes les matières ayant une valeur quelconque sont d'ailleurs extraites à l'avance par les balayeurs.

Au fur et à mesure que s'effectue la combustion des matières contenues dans le four, on fait avancer celles qui sont dans la trémie, de sorte qu'elles sèchent un peu avant d'atteindre le feu.

Comme on le voit sur la figure 2, et plus en détail sur les figures 3, 4 et 5, la grille se compose de deux parties, l'une à barreaux fixes et l'autre à barreaux oscillants.

La production de fumée est considérable, mais c'est une fumée très légèrement colorée et beaucoup moins gênante que celle provenant des usines qui brûlent du charbon.

La quantité moyenne d'ordures livrées actuellement à l'usine est, par jour, de 490 mètres cubes ou 260 tonnes, ce qui est fort éloigné de la capacité maximum de l'usine. Aux essais de réception qui ont duré 30 jours, on a pu, en effet, incinérer, en moyenne, 600 mètres cubes d'ordures par 24 heures.

Le personnel est actuellement composé comme le montre le tableau ci-dessous, qui indique les appointements par jour :

| | | |
|---|---|---|
| 1 chef d'atelier | Fr. | 12 50 |
| 1 employé de bureau | | 12 50 |
| 1 veilleur | | 12 50 |
| 5 chauffeurs (à 8 fr. 75) | | 43 75 |
| 5 aides-chauffeurs (à 7 fr. 50) | | 37 50 |
| 10 ouvriers (à 8 fr. 125) | | 81 25 |
| Total | Fr. | 200 00 |

La durée du travail est d'environ 11 heures. Il n'y a pas d'équipe de nuit, mais simplement un veilleur. Le soir, on charge les fours; ils brûlent toute la nuit; le matin, le premier travail consiste à les nettoyer et à les recharger.

En comptant la quantité d'ordures ménagères incinérées à 490 mètres cubes par jour, en moyenne, les dépenses d'exploitation repré-

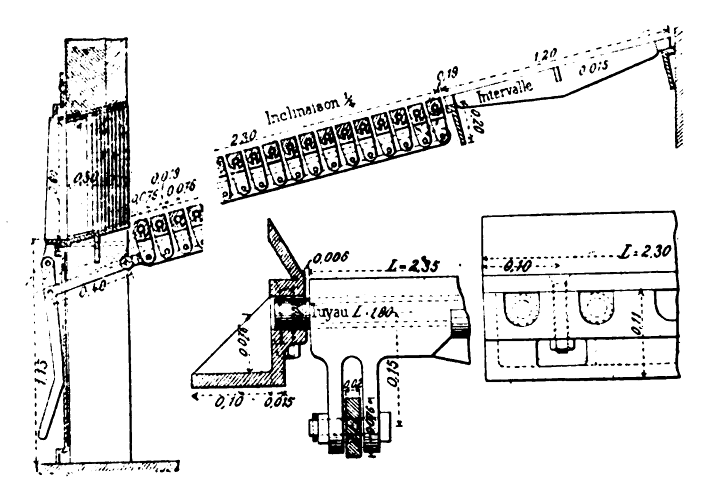



Fig. 3, 4 et 5. — Coupe longitudinale et détails d'une grille.

sentent donc un peu plus de 0 fr. 40 par mètre cube ou 0 fr. 75 par tonne. Ces dépenses ne comprennent pas la manutention des cendres et des scories, les frais de cette manutention étant un peu supérieurs aux recettes qui proviennent de leur vente comme matériaux de remblai.

Des essais ont été faits pour utiliser les scories dans la fabrication des briques et des pavages; ils ont donné des résultats encourageants. Quant aux cendres, on se propose de les utiliser comme base dans la préparation d'engrais artificiels.

L'usine de San Francisco fonctionne depuis environ deux ans et demi; les dépenses de réparations y ont été très faibles, ces dernières s'étant bornées au remplacement de quelques-unes des briques de revêtement des fours que l'on avait prises de qualité inférieure. En somme, l'usine a fonctionné jusqu'à présent d'une façon satisfaisante, tant au point de vue de l'économie qu'au point de vue de l'hygiène.

G. H.

## VARIÉTÉS

### Fermeture automatique des dynamitières souterraines.

D'intéressantes expériences, organisées par les Commissions des substances explosives et du grisou, pour déterminer les conditions d'établissement des dynamitières, eurent lieu, comme on le sait, au Mines de Blanzy, de 1895 à 1898. Ces expériences comprirent non seulement le mode d'installation des dynamitières ordinaires de surface, mais encore les conditions d'agencement des magasins souterrains.

Parmi les conditions principales du bon établissement d'une dynamitière souterraine, il faut citer tout d'abord les changements de directions à angles droits des galeries conduisant au magasin, les chambres d'expansion des gaz prévues dans ces galeries pour diminuer la pression de ces derniers, et enfin, les dispositifs d'obturation des galeries par de grands bouchons cylindriques, disposés de façon à être projetés, lors des explosions, contre des sièges cylindriques ménagés dans les galeries. L'obturateur, projeté par la force de l'explosion contre son siège, ferme l'orifice de la galerie et empêche ainsi la propagation de l'explosion.

Les expériences des Commissions françaises (1) ont, à juste titre, eu un très grand retentissement à l'étranger, où la plupart des conditions établies par ces Commissions ont été admises comme règles générales d'établissement des dynamitières.

C'est ainsi que le principe de l'obturateur a été également adopté en Autriche.

Nous donnons ci-joint (fig. 1 et 2) la coupe et le plan d'un nouvel obturateur imaginé par M. Pospisil, Ingénieur du puits Saint-Alexandre, des mines du Chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand d'Autriche.

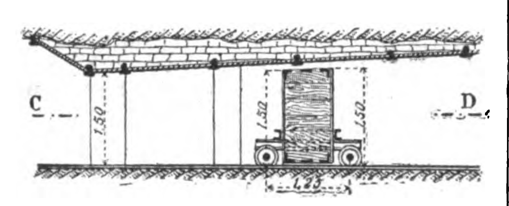


Fig. 1. — Coupe verticale suivant AB.

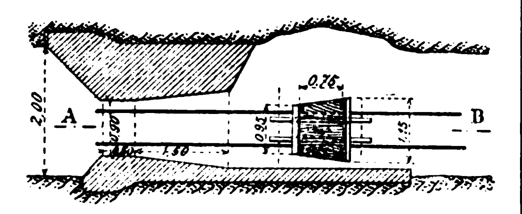


Fig. 2. — Coupe horizontale suivant CD.

Fig. 1 et 2. — Fermeture automatique pour dynamitière souterraine.

Ayant une nouvelle dynamitière à installer au fond du puits Saint-Alexandre, M. Pospisil, se basant sur les résultats obtenus par les Commissions françaises et les conditions particulières de la mine, conclut à la nécessité d'un obturateur. Mais ici, au lieu d'employer un bouchon conique comme il l'avait fait précédemment, il imagina une nouvelle fermeture automatique. Les raisons qui amenèrent M. Pospisil à étudier une nouvelle fermeture, étaient le frottement qui s'opposait au mouvement du bouchon, la fermeture peu efficace, etc., mais, avant tout, les frais élevés d'établissement qui, dans un cas précédent, avaient atteint 2 900 francs.

Le nouvel obturateur est composé essentiellement d'une forte pièce de bois en forme de tronc de pyramide de 0m 75 d'épaisseur. Les bases rectangulaires ont respectivement 1m 15 et 0m 95 de largeur et 1m 55 et 1m 50 de hauteur. La grande base est naturellement tournée du côté du magasin et, pour la garantir, elle est garnie d'une forte tôle de 5 millimètres d'épaisseur. La partie inférieure du bloc est plane et horizontale, et sa distance au ras des rails, sur lesquels l'appareil est monté, ne dépasse pas deux centimètres.

Le siège de l'obturateur est obtenu par un étranglement de la galerie, construit en maçonnerie comme le représentent les figures 1 et 2. La section d'ouverture de ce siège est de 1m 50 de hauteur pour 0m 90 de largeur. Toute l'installation n'a pas coûté plus de 250 francs.

La *Œsterr. Zeit. für Berg- und Hütten-wesen*, qui signale ce dispositif, dit qu'il paraît donner entière satisfaction.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 2, p. 32.

---

## Du fonctionnement des moteurs à plusieurs cylindres.

Au début des machines à vapeur, la détente fractionnée entre plusieurs cylindres avait surtout pour but d'obtenir une détente totale assez étendue, tout en n'employant que des appareils de distribution rudimentaires et d'une très grande simplicité. Malgré les défauts que ces distributions présentaient, on se faisait alors un scrupule de ne pas les changer.

Dans les premières machines à deux cylindres, la vapeur se rendait directement du petit au grand cylindre et les pistons, se mouvant dans le même sens ou en sens inverse, avaient des points morts communs ; ce sont là les machines de Woolf. Plus tard vinrent les machines à plusieurs cylindres séparés les uns des autres par des capacités intermédiaires de grand volume, jouant le rôle de condenseur pour la vapeur sortant du cylindre qui précède l'une d'elles et de chaudière pour le cylindre qui la suit; ce sont là les machines compound. L'augmentation continue des pressions dans les chaudières eut pour conséquence de rendre plus nombreuses les applications des machines compound, qui permettent de modérer la pression réelle supportée isolément par les pistons et les organes de distribution.

Les machines à plusieurs cylindres sont-elles préférables, au point de vue de la dépense de vapeur, aux machines monocylindriques ? C'est ce que M. E. Lefer a voulu élucider dans un important mémoire publié par le *Bulletin de la Société d'Encouragement* (1).

Après un historique de la question, l'auteur examine, tout d'abord, les divers modes de fonctionnement et de travail de la vapeur, dont il est fait usage actuellement en pratique, et recherche ensuite quel est celui qui correspond au minimum de consommation. Dans cette étude, il admet qu'il dispose d'un moteur dont le grand cylindre a un volume de 1 mètre cube, que le moteur donne un coup de piston à la seconde, que la surface additionnelle des espaces de construction est égale à $1/_{10}$ de la surface totale du piston et du couvercle, et que la condensation produite au contact de ces surfaces, lors de l'introduction de la vapeur, correspond à 0kg 00091 par mètre carré et par degré de différence de température interne. Pour pouvoir comparer les moteurs à plusieurs cylindres avec ceux à un seul cylindre, il admet, de plus, que la détente s'accomplit suivant la loi de Mariotte, bien que dans les moteurs à plusieurs cylindres il soit souvent loin d'en être ainsi.

M. Lefer calcule, en se plaçant dans les conditions correspondant à ces hypothèses primordiales, la consommation de vapeur par cheval indiqué et par heure, en supposant diverses valeurs pour : 1° le rapport volumétrique des cylindres ; 2° le degré de l'introduction de la vapeur ; 3° la pression de la vapeur admise. Pour chacune de ces hypothèses secondaires, il envisage successivement le cas des moteurs du système Woolf et du système compound à deux ou trois cylindres. Les résultats sont consignés dans de nombreux tableaux qui permettent de se rendre facilement compte de l'influence de chacune des données variables considérées.

L'auteur termine son mémoire par l'examen d'un certain nombre de diagrammes relevés sur des machines à plusieurs cylindres. Comparant les résultats de cet examen à ceux de ses calculs, il est conduit à donner la préférence aux machines à vapeur monocylindriques sur celles à plusieurs cylindres. Il montre que tous les efforts des constructeurs doivent tendre à diminuer la perte par déformation du diagramme, en diminuant les condensations internes qui en sont cause, c'est-à-dire en réduisant le plus possible les surfaces des parois.

Il n'est possible d'arriver à ce résultat qu'en renonçant aux distributions par tiroirs uniques, avantages principaux des machines compound, et en ayant recours à l'emploi de distributions perfectionnées qui permettent de réduire les surfaces des parois à leurs dernières limites.

---

## Robinet de jauge de précision.

Les robinets de jauge, destinés à contrôler le niveau de l'eau dans les chaudières bien qu'étant des instruments imparfaits, sont admis, cependant, comme indicateurs par la plupart des administrations.

Il est d'ailleurs difficile de supprimer ces appareils sur les locomotives, locomobiles et autres chaudières sujettes à des trépidations et par là même à des ruptures fréquentes des indicateurs de niveau à tube de verre.

Les robinets de jauge sont généralement installés sur les chaudières par deux ou trois, espacés en hauteur de cinq en cinq centimètres.

M. Hafner a imaginé une disposition de robinet qui, non seulement permet, à l'aide d'une seule manœuvre, d'avoir exactement le niveau entre les limites supérieure et inférieure admises pour le plan d'eau dans la chaudière, mais encore de remplacer par un organe unique les deux ou trois robinets en usage jusqu'à ce jour.

Ce nouveau robinet, que M. Walther-Meunier, Ingénieur en chef de l'Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur, décrit, dans son rapport sur les travaux exécutés sous sa direction en 1899, se compose, comme on le voit sur la figure ci-après, d'une pièce tubulaire *a* coudée à sa partie inférieure en *b* et se raccordant à un tube oblique *c*, pénétrant dans l'intérieur de la chaudière et ouvert à son extrémité.

L'ensemble des pièces *a*, *b* et *c* s'ajuste par la partie *b* dans un presse-étoupe *d* qui le fixe à la paroi *l* de la chaudière ; cet ensemble peut tourner autour de l'axe *xx* de la branche *b* tout en conservant un joint étanche. La partie inférieure de *a* est percée d'un orifice d'évacuation *e*, dont la communication avec le raccordement *b* s'établit par un pointeau *f* fileté dans la pièce *a* et manœuvré par la poignée *g*.

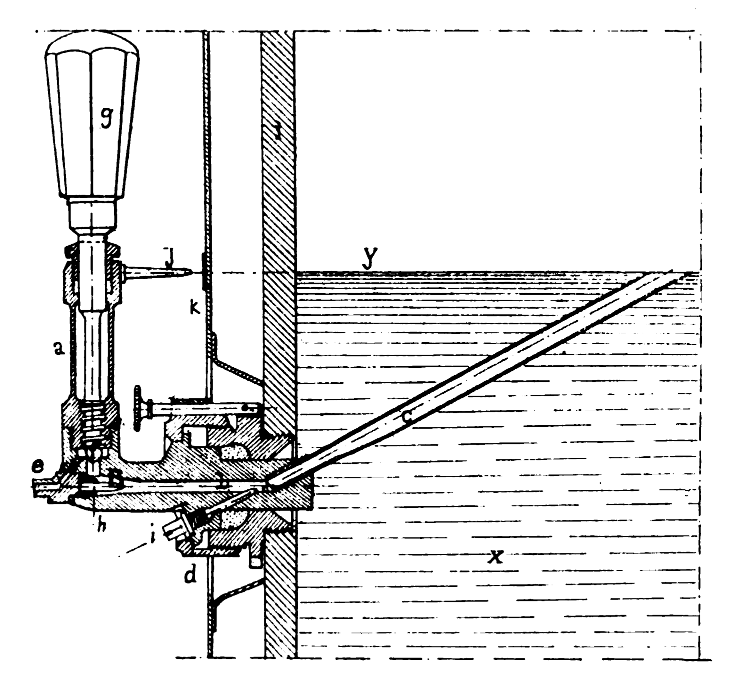
Le conduit *b* est muni de bouchons à vis *h* et *i*, dont l'ouverture permet le forage en ligne droite de *b* et *c* en cas d'obstruction.

Le manchon *a* porte un index *j* se déplaçant avec lui devant un cadran divisé *k*, dont les lignes extrêmes correspondent aux niveaux inférieur et supérieur de l'eau dans la chaudière. Cet index et l'ouverture intérieure du tube *c* sont sur une même ligne horizontale.

La manœuvre de ce robinet de jauge pour se rendre compte du niveau de l'eau est la suivante : on ouvre le pointeau *f* à l'aide de la

(1) Numéro de janvier 1900.

poignée $g$ ; la communication entre l'intérieur de la chaudière et l'extérieur s'établit par les tubes $c$ et $b$ et l'orifice $e$ ; il s'échappe d'abord un peu d'eau qui a pu se condenser dans l'appareil, puis de la vapeur, si l'ouverture du tube $c$ se trouve au-dessus du plan d'eau.




Coupe du robinet de jauge de précision.

On tourne le système jusqu'à ce qu'il sorte de l'eau en $e$ et on lit, sur le cadran, la division correspondant à l'index $j$ qui donne l'indication exacte du niveau de l'eau dans la chaudière.

L'observation faite, on tourne la poignée $g$ pour fermer le tube $b$ et on ramène l'index à la position correspondant au niveau supérieur.

## Coupe-tubes pneumatique.

L'une des caractéristiques les plus remarquables des progrès actuels de la construction mécanique est, comme on le sait [1], l'emploi de plus en plus généralisé des outils actionnés par l'air comprimé.

Le coupe-tubes représenté par les figures 1 et 2, que nous empruntons à l'*American Machinist*, vient encore augmenter la liste déjà longue des appareils de cette catégorie.

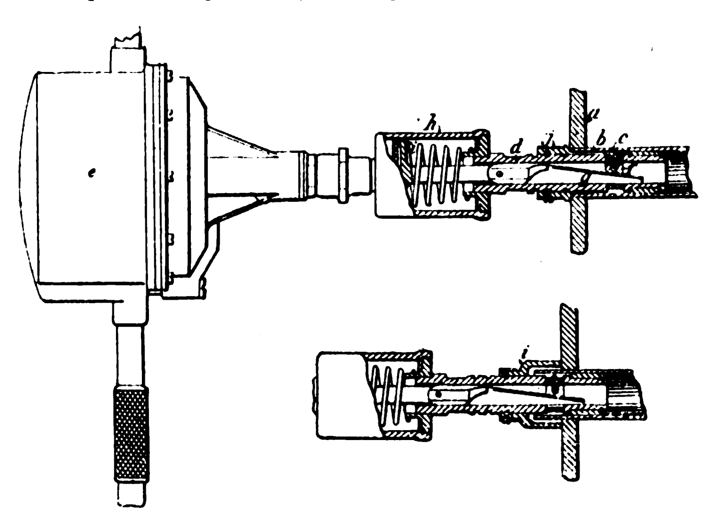



Fig. 1 et 2. — Coupe-tubes pneumatique.

Soit $a$ (fig. 1) la plaque tubulaire d'une chaudière dont on veut enlever le tube $b$. Le galet coupant $c$ est monté dans un axe tubulaire $d$, que fait tourner le moteur à air comprimé $e$. Ce galet ou burin est porté par un bloc $f$, que tend à refouler le coin $g$.

Sur l'axe tubulaire moteur est intercalé un petit cylindre $h$, dont le piston $i$ est relié directement au coin $g$. La construction du moteur est telle que, lorsque l'on admet l'air comprimé pour actionner celui-ci, on l'admet également dans le cylindre $h$. On voit que, de cette façon, le burin tourne dans le tube de chaudière, pendant que, sous l'action du piston $i$ et du coin $g$, il se trouve pressé contre la surface du tube ; aussi ce dernier est-il coupé très rapidement.

Dès que l'on intercepte l'admission de l'air comprimé, le ressort à boudin, placé dans le cylindre $h$, ramène le piston $i$ en arrière et fait reculer le galet coupant $c$, de sorte que l'outil peut être extrait du tube.

Un butoir annulaire $j$, qui s'appuie contre la plaque tubulaire $a$, fixe la longueur à laquelle le tube se trouve coupé.

Lorsqu'il s'agit de supprimer l'excédent de longueur d'un tube que l'on met en place dans une chaudière tubulaire, il suffit de changer le butoir annulaire précédent, et d'employer celui que l'on voit sur la figure 2. Ce butoir est d'un diamètre et d'une longueur tels qu'il enveloppe l'extrémité en saillie du tube et s'appuie contre la plaque tubulaire.

L'axe $d$ porte extérieurement plusieurs gorges, qui permettent, en employant des butoirs de longueur appropriée, de couper les tubes en tel ou tel point.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 2, p. 32.

## École Centrale des Arts et Manufactures.

*Liste, par ordre de mérite,*
*des élèves ayant obtenu le Diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le Certificat de capacité.*

Élèves sortant a la fin de l'année scolaire 1899-1900.

I. *Diplômes.*

1 Patoux ; - 2 Houlet ; - 3 Mercier ; 4 Loizeau ; - 5 Findeling ; - 6 Bourbon ; - 7 Chouipe ; - 8 Lorain ; - 9 Auger ; - 10 Dondelinger ; - 11 Bouillod ; - 12 Douilhet ; - 13 Lamachère ; - 14 Demarchez ; - 15 Lacombe ; - 16 Guesdon ; - 17 Velter ; - 18 Debordes ; - 19 Debelfort ; - 20 Bourdon.

21 Lemoine ; - 22 Gandrille ; - 23 Blain ; - 24 Birckel ; - 25 Bernard ; - 26 Chosson ; - 27 Maugars ; - 28 Schille ; - 29 Gehin ; - 30 Boutin ; - 31 Staub ; - 32 Grand ; - 33 Loriot ; - 34 Farraggi-Vitalis ; - 35 Morel ; - 36 Creuzet ; - 37 Jomier ; - 38 Brun (Daniel) ; - 39 Cauchois ; - 40 Demonchy.

41 Gardelle ; - 42 Boudeville ; - 43 Verrier ; - 44 De Poncharra ; - 45 Servonnet ; - 46 Ouriou ; - 47 Boudat ; - 48 Bécigneul ; - 49 Beirnaert ; - 50 Badois ; - 51 Lachèze ; - 52 Piard ; - 53 Vexiau ; - 54 Thiriez ; - 55 Ricaume ; - 56 Jammy ; - 57 Canet ; - 58 Jacob ; - 59 Meuton ; - 60 Rennotte.

61 Decorps ; - 62 Rosset ; - 63 Ragon ; - 64 Mossé ; - 65 Brun (Fortuné) ; - 66 Asselin ; - 67 Réal ; - 68 Rossignol ; - 69 Charlemagne ; - 70 Bloch ; - 71 Malbranque ; - 72 Gibrat ; - 73 Baudet ; - 74 Lauber ; - 75 Lesaffre ; - 76 Lemaître ; - 77 Bertrand ; - 78 Pison ; - 79 Deharme ; - 80 Chevallier.

81 Gaudefroy ; - 82 Bruley ; - 83 Deroy (Henri-Edmond) ; - 84 Fleury ; - 85 Marqueyrol ; - 86 Veyan ; - 87 Banaré ; - 88 Caron ; - 89 Lévy (Georges) ; - 90 Baudouin ; - 91 Warisse ; - 92 Loup ; - 93 Liné ; - 94 Brard ; - 95 Bonhomme ; - 96 Bourdelas ; - 97 De Brun ; - 98 Martin ; - 99 Granger-Ogier ; - 100 Weil.

101 Ratel ; - 102 André ; - 103 Lévy (Edmond) ; - 104 Cabantous (Aimé) ; - 105 Deleurance ; - 106 Robert ; - 107 Hugonot ; - 108 Sabatier ; - 109 Sancey ; - 110 Cabantous (Alfred) ; - 111 Dreux ; - 112 Bécuwe ; - 113 Mazet ; - 114 Barbier ; - 115 Coüard ; - 116 Carteret ; - 117 De Toledo ; - 118 Pietri ; - 119 Clapisson ; - 120 Pochon.

121 Walther ; - 122 Magne ; - 123 Maggiar ; - 124 Deroy (Henri-Emile) ; - 125 Lemerle ; - 126 Contet ; - 127 Delaunay-Belleville ; - 128 Rabouin ; - 129 Desouches ; - 130 Lykiardopu ; - 131 Mastain ; - 132 Thauvin ; - 133 Bordillon ; - 134 Mouzet ; - 135 Albe ; - 136 Roullier ; - 137 Audra ; - 138 Gallet ; - 139 Marchand ; - 140 Japy.

141 Fillot ; - 142 Saillard ; - 143 Level ; - 144 Guignard ; - 145 Dubois ; - 146 Lefèvre ; - 147 Letrait ; - 148 Dumaine ; - 149 Saunier ; - 150 De Chefdebien ; - 151 Guérin ; - 152 Beaurrienne ; - 153 Astier ; - 154 Ridel ; - 155 Marie (Gaston) ; - 156 Estratat ; - 157 Granger ; - 158 Tostivint ; - 159 Sénéquier ; - 160 Coulon (René).

161 Debosque ; - 162 Roussel ; - 163 Maillard ; - 164 Gripoix ; - 165 Pestin ; - 166 Bormann ; - 167 Mollard ; - 168 Dequéker ; - 169 Gorra ; - 170 Merceron ; - 171 Littaud ; - 172 Petit (André) ; - 173 Coulomb (Hilarion) ; - 174 Grégy ; - 175 Delacroix ; - 176 Bertholle ; - 177 Sehet ; - 178 Charquillon ; - 179 Gay ; - 180 Brun (Henri).

181 Thorel ; - 182 Guyon ; - 183 D'Eichthal ; - 184 Davoust ; - 185 Haentjens ; - 186 Stévenin ; - 187 Palazzi ; - 188 Durand ; - 189 Legros ; - 190 Regnoul ; - 191 Gess ; - 192 Hamel ; - 193 Harand ; - 194 Pascal ; - 195 Bullier ; - 196 Ziérer ; - 197 Hardy ; - 198 Reiss ; - 199 Lévy (Albert) ; - 200 Volay.

201 Aubert ; - 202 Lautier ; - 203 Demongeot ; - 204 Bonnin ; - 205 Demenge ; - 206 Garin ; - 207 Herembourg.

II. *Certificats.*

1 Tassart ; - 2 Navarro ; - 3 Sonrel ; - 4 Moreau ; - 5 Cellerier ; - 6 Munié ; - 7 Sourd ; - 8 Combemale ; - 9 Méchin ; - 10 Pimont.

Ancien élève admis a concourir.

*Diplôme.* — Varinois.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Société des Ingénieurs civils.

*Séance du 22 juin 1900.*

Présidence de M. G. CANET, Président.

I. — M. L. DE CHASSELOUP-LAUBAT, trésorier, rend compte de la situation financière de la Société, au 31 mai 1900.

II. — M. LE PRÉSIDENT proclame ensuite les lauréats du prix Annuel et du prix Nozo.

**Prix Annuel.** — Le Prix Annuel est attribué à M. F. Brard, pour son *Étude sur les pertes de l'Avre et de ses affluents.*

**Prix Nozo.** — Le Prix Nozo est attribué à M. R. Soreau, pour l'*Ensemble de ses travaux* et notamment son *Mémoire sur la navigation aérienne.*

III. — M. P. JANNETTAZ fait une communication sur les *convertisseurs pour cuivre.*

L'auteur rappelle d'abord les tentatives faites pour appliquer l'appareil de Bessemer aux mattes cuivreuses, en montrant les difficultés spéciales au traitement de celles-ci. La solution du problème fut trouvée en France, en 1880, à Vedènes (Vaucluse), par MM. David et Manhès, grâce à l'emploi de tuyères horizontales, placées un peu au-dessus du fond de l'appareil. Un peu plus tard, ces deux Ingénieurs employèrent un convertisseur cylindrique dans lequel on pouvait faire varier la position des tuyères, suivant la quantité de matière à traiter et, par suite, retirer, en une seule opération, le cuivre contenu dans les mattes, malgré leur composition variable.

Un nouvel appareil d'un type tout à fait différent et présentant de nombreux avantages sur les précédents a été créé il y a trois ans; c'est le *Sélecteur Paul David*, qu'expose, dans la section de métallurgie, la Société des Cuivres de France.

M. Jannettaz décrit le sélecteur et les différentes phases d'une opération en faisant projeter une série de vues. Il insiste sur la forme sphérique de l'appareil, l'inclinaison de son axe de rotation sur l'horizontale, la position des tuyères placées au fond du bain et dirigées suivant les génératrices d'un hyperboloïde, la poche latérale où l'on réunit un *bottom* ou fond cuivreux qui entraîne une grande partie des métaux étrangers renfermés dans la matte et notamment tout l'or contenu. De ces dispositions résulte une épuration du métal obtenu, la concentration de l'or dans une petite masse et une économie importante par suite de la rapidité des opérations.

IV. — M. A. DE GENNES étudie l'*Abatage mécanique de la houille aux États-Unis.*

M. de Gennes traite de l'état actuel de la question de l'abatage mécanique aux États-Unis. Il divise les machines qui servent à ce travail, et qu'il appelle du nom générique *déhouilleuses*, en *haveuses*, qui font des cavités horizontales (havage ou sous-cave) sous le massif de charbon; en *rouilleuses*, qui font des saignées verticales ou rouillures; en *perforatrices*, qui forent les trous destinés à l'abatage proprement dit par des moyens d'expansion variés; et en *chargeuses*, qui prennent le charbon abattu et le mettent dans les wagonets. Il montre de nombreuses projections relatives à ces diverses classes de machines, dont il présente les types particuliers; il termine par un exemple de traction mécanique électrique.

M. de Gennes montre que la production est augmentée de 60 °/ₒ environ, par suite du remplacement du travail manuel par les machines. Quant au prix de revient, il diminue, par l'abatage mécanique, de 15 à 17 °/ₒ, et par le traînage mécanique, de 3 à 6 °/ₒ en moyenne.

A. B.

### Académie des Sciences.

*Séance du 2 juillet 1900.*

**Chimie.** — *Gaz combustibles de l'air : air des bois ; air des hautes montagnes*; par M. Armand GAUTIER.

La combustion totale, sur une colonne indéfinie d'oxyde de cuivre au rouge, des gaz oxydables qu'on rencontre dans l'air des villes populeuses comme Paris (1), a conduit M. A. Gautier aux poids moyens : *carbone*, 12mgr2; *hydrogène*, 4mgr31 pour 100 litres d'air calculé sec à 0° et 760mm. Le rapport pondéral $\frac{C}{H}$ de ces quantités, $\frac{12,2}{4,31} = 2,9$, se confond presque avec le rapport théorique 3 qui caractérise le gaz des marais. Mais l'auteur a établi, par expérience directe, qu'en réalité la combustion du méthane, quand on le dilue dans de grands volumes de gaz inertes ou d'air décarburé, donne toujours, même pour des dilutions pouvant varier dans de larges limites (de 1/1000 à 1/15000) le rapport $\frac{C}{H} = 2,4$. Il faut donc, pour que le rapport moyen du carbone à l'hydrogène combustible de l'air des villes atteigne 3, que cet air, au centre des cités industrielles et populeuses, contienne des hydrocarbures plus riches en carbone que $CH^4$, et par conséquent aussi que de l'hydrogène libre vienne rétablir le rapport moyen $\frac{C}{H} = 3$ donné par l'expérience.

Afin de déterminer l'origine des hydrocarbures contenus dans l'air des villes, M. A. Gautier a cherché ce que devient ce rapport $\frac{C}{H}$ pour l'air réputé le plus possible exempt de toute souillure.

Le rapport $\frac{C}{H}$, qui est 3,5 pour l'air de Paris, tombe à 2,2 dans l'air des bois. Ce rapport n'a pas diminué par suite de l'augmentation de H dont la quantité moyenne s'est abaissée, au contraire, à 1mgr54 pour 100 litres d'air pris dans les bois au lieu de 1mgr95 pour le même volume d'air de Paris. Le rapport $\frac{C}{H}$ a diminué parce que le carbone combustible, qui était de 6mgr80 par 100 litres à Paris, est tombé à 3mgr4 dans l'air des bois. Dans celui-ci, l'hydrogène et le carbone ont diminué, mais le dernier bien plus que le premier.

Dans l'air de la haute montagne, le rapport $\frac{C}{H}$ tombe à 0,33, c'est-à-dire qu'à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, et qu'on se met ainsi à l'abri des souillures artificielles de l'industrie humaine et de la vie animale, aussi bien que des émanations originaires de l'humus ou des végétaux, les hydrocarbures de l'air tendent à disparaître.

Si l'on part de l'hypothèse très plausible que la majeure partie des hydrocarbures introduits pour ainsi dire artificiellement dans l'air ordinaire, par le sol, les plantes et les animaux, est constituée par le gaz des marais, on peut, d'après le carbone recueilli dans les expériences, calculer les quantités qui en seraient contenues dans les différents airs. On trouverait ainsi que celui de Paris contient 22cc6 de méthane; celui des bois 11cc3; celui des hautes montagnes 2cc19 par 100 litres calculés à 0° et 760mm.

On trouverait également que l'air des montagnes contient 17cc3 d'hydrogène pour 100 litres d'air. Il résulte donc de ces expériences que l'air des hautes régions, recueilli dans les contrées le plus possible dénuées d'animaux, de plantes et d'humus, est presque entièrement privé d'hydrocarbures, mais contient bien près de 2 dix-millièmes de son volume d'hydrogène libre.

**Chimie organique.** — *Hydrogénation de l'acétylène et de l'éthylène en présence du platine divisé.* — Note de MM. Paul SABATIER et J.-B. SENDERENS.

MM. P. Sabatier et J.-B. Senderens ont indiqué antérieurement que le nickel récemment réduit permet de réaliser, dès la température ordinaire, la combinaison de l'hydrogène soit avec l'éthylène, soit avec l'acétylène : en présence d'un excès d'hydrogène, on obtient de l'éthane accompagné d'une dose plus ou moins importante de carbures forméniques supérieurs (1). Ils ont également montré que d'autres métaux réduits réalisent des phénomènes analogues (2) pourvu qu'on élève la température vers 180°.

Il leur a paru intéressant de chercher comment le *noir de platine* réaliserait l'hydrogénation de l'acétylène ou de l'éthylène dans un courant continu de mélange gazeux.

Les conclusions de leurs expériences sont les suivantes :

Le *noir de platine* ne peut réaliser réellement qu'à chaud l'hydrogénation de l'éthylène, tandis qu'il provoque à froid pendant un temps très long celle de l'acétylène.

En opérant de la même manière avec de la *mousse de platine*, très active pour déterminer certaines hydrogénations, ils n'ont observé *à froid* aucune hydrogénation appréciable de l'éthylène, non plus que de l'acétylène. Mais au-dessus de 180°, les deux réactions se produisent régulièrement dans des conditions analogues à celles que donne le noir de platine chauffé.

**Physique.** — *Sur la propagation des ondes condensées dans les gaz chauds.* Note de M. H. LE CHATELIER.

La propagation des ondes condensées dans les gaz pris au voisinage de la température ordinaire a été étudiée très complètement par M. Vieille. Ses expériences ont donné, pour la vitesse de ces ondes, conformément à la théorie de Hugoniot, des valeurs bien supérieures à la vitesse du son, qui est celle des ondes infiniment peu condensées.

La méthode photographique a permis à M. H. Le Chatelier d'étudier différentes particularités de ces ondes dans le cas des gaz chauds obtenus par la combustion des mélanges explosifs.

La propagation de ces ondes se manifeste par deux phénomènes enregistrables : dans le cas d'ondes très condensées, par une augmentation d'éclat due à l'échauffement résultant de la compression adiabatique; dans le cas des condensations plus faibles, par un changement dans la vitesse des mouvements de translation dans la masse gazeuse. Ces mouvements de translation sont observables en raison des différences accidentelles d'éclat d'un point à l'autre des produits de la combustion, surtout dans le cas où des parcelles charbonneuses restent en suspension, comme cela arrive avec les mélanges d'acétylène renfermant un excès de ce gaz.

**Viticulture.** — *Un remède préventif contre la maladie mannitique des vins.* — Note de M. P. CARLES.

M. P. Carles a indiqué précédemment que la mannite existait parfois en abondance dans certains vins d'Algérie. On reconnut vite que ce fait était la conséquence d'une fermentation vicieuse et que ce vice coïncidait avec une surélévation de température à la cuve.

Il a démontré également que lorsqu'on soumet un fruit sucré et très peu acide, un fruit surmûri, tel que la figue sèche, à la fermentation, ce fruit donnait toujours de la mannite; mais que la dose de cette mannite diminuait d'autant plus qu'on ajoutait dans le moût davantage d'acide tartrique, acide favori du ferment alcoolique. Bien mieux, cette même mannite ne se produisait plus dès que l'acidité du milieu atteignait 6gr par litre environ, exprimés en acide sulfurique, ou 10gr exprimés en acide tartrique. Quant à l'acidité du vin, elle était d'autant moindre, dans une certaine mesure, que l'acidité première du moût était plus élevée.

Il s'est alors proposé de rechercher si, par la seule acidulation des moûts, on n'arriverait pas à empêcher, même en cuve surchauffée, la maladie mannitique dans les raisins surmûris par le soleil ou un coup de sirocco.

Les expériences qu'il a effectuées, en octobre dernier, l'ont conduit aux conclusions suivantes :

Lorsque la fermentation du raisin se produit en milieu surchauffé, c'est-à-dire à 38°-39° :

1° Il se produit, comme à 20°-25°, une quantité de mannite d'autant plus élevée que l'acidité initiale du moût était inférieure à 10gr, traduite en acide tartrique;

2° Qu'à ce degré d'acidité (10gr) et au-dessus, les moûts ne produisent plus de mannite, mais fournissent le degré alcoolique le plus fort;

3° Que le degré d'acidité totale du vin est d'autant plus faible que l'acidité initiale du moût était encore voisine de 10°, exprimés en acide tartrique; ce qui prouve bien que l'addition d'acide tartrique aux moûts ne produit pas des vins verts;

4° Que le degré d'acidité volatile du vin est en rapport étroit avec celui de la mannite;

5° Que l'exagération d'acidité volatile est toujours préjudiciable à la dégustation, à la conservation et à la beauté de la couleur du vin;

6° Que la présence de la mannite soustrait les vins aux règles du rapport *alcool-extrait* et *alcool-acide* et permet le vinage;

7° Que l'acide tartrique ajouté se retrouve dans les marcs, le tartre ou les lies, sous la forme de bitartrate de potasse, susceptible de compenser par sa valeur une bonne part du prix de l'acide tartrique.

G. H.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 158. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 9, p. 143 et t. XXXV, n° 3, p. 46. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 7, p. 121; n° 8, p. 138 et n° 10, p. 179. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Nouvelles locomotives à voyageurs américaines de grande puissance.** — Le *Génie Civil* a signalé précédemment [1], d'après l'*Engineering News*, une locomotive à voyageurs américaine qui passait alors pour la plus grosse et la plus lourde qui existât. Étant donnée la tendance actuelle des Américains à construire, pour les services de voyageurs, des machines de plus en plus lourdes, cette locomotive n'a pas tardé à être dépassée.

La nouvelle locomotive à voyageurs, dont le même journal donne la description dans son numéro du 10 mai, vient d'être construite par les Brooks Locomotive Works, pour le Delaware, Lackawanna and Western Railroad. C'est, comme la précédente, une locomotive à cinq essieux à bogie. Elle pèse 81,3 tonnes, et son tender chargé 54,4 tonnes, soit au total 135,7 tonnes, c'est-à-dire 6,9 tonnes de plus que l'autre.

Le tableau suivant permet de comparer les caractéristiques principales de ces deux locomotives qui sortent, d'ailleurs, des mêmes ateliers :

| | | Type précéd. | Nouv. type |
|---|---|---|---|
| Nombre des roues motrices. . . . | | 6 | 6 |
| Diamètre — | mètres. | 2,033 | 1,85 |
| Empattement — | — | 5,03 | 4,27 |
| — total . . . . | — | 8,33 | 7,70 |
| Poids adhérent . . . . . . | tonnes. | 60,4 | 62,2 |
| Poids de la machine. . . . | — | 77,9 | 81,3 |
| Poids total (mach. et tender). | — | 128,8 | 135,7 |
| Dimension des cylindres. . | mètres. | 0,51 × 0,71 | 0,51 × 0,7 |
| Diamètre de la chaudière . | — | 1,67 | 1,83 |
| Pression de la vapeur . . . | kilogr. | 14,7 | 14,7 |

Les usines de locomotives Brooks ont construit en même temps sept de ces nouvelles machines.

**Création de nouvelles lignes sur le réseau des chemins de fer autrichiens.** — Un récent projet de loi, déposé au Reichsrath prévoit un accroissement notable du réseau des chemins de fer autrichiens et la création aux frais de l'État d'un certain nombre de lignes, dont la plus importante réunirait Salzburg et Klagenfurt à Trieste. *L'Œsterr. Monatschrift für den öffentlichen Baudienst*, de mai et juin, consacre une longue étude à ces projets. Elle étudie les tracés des nouvelles lignes et donne approximativement le coût de leur établissement.

Ces nouvelles lignes sont les suivantes :

1° La ligne de Trieste, comportant la ligne de jonction Schwarzach-Möllbrücken et celles de Klagenfurt et de Villach à Trieste, par Görz. La longueur totale de ces embranchements est de 287 kilomètres ; le coût de leur établissement est évalué à 145 millions de francs ;

2° La ligne de Lemberg à la passe d'Ursok, sur la frontière hongroise, par Sambor, dont le développement atteint 173km,4 et qui coûterait 40 millions environ ;

3° La ligne de Klans-Steyrling à Selzthal, au nord-ouest de Bruck, dont la longueur est de 48 kilomètres et dont la dépense est évaluée à 14 millions ;

4° La ligne de Rakonitz à Laun, dont la longueur est de 43 kilomètres et le coût 10 millions ;

5° La ligne d'Hartberg-Friedberg, qui coûterait 5 millions, pour une longueur de 27 kilomètres.

#### CONSTRUCTIONS CIVILES

**Grand hall de manœuvres de l'arsenal de Newark (États-Unis).** — L'arsenal du 1er régiment de la National Guard, à Newark (New-Jersey), comprend un bâtiment d'administration, haut de quatre étages et mesurant 53m,65 sur 21m,35, et un hall de manœuvres dont les dimensions extérieures sont 51m,80 sur 76m,20 et dont la hauteur maximum est de plus de 26 mètres.

L'ossature de ce hall, dont *l'Engineering Record* du 26 mai donne la description, est complètement en acier ; elle comporte sept fermes principales, espacées de 7m,92, et deux fermes d'arêtier à 45°. Ces fermes et les quatre fermes d'arêtier secondaires, reposent toutes sur des piles en briques, à fondation de béton, ayant, pour les fermes principales, une section de 1m,10 et une épaisseur de 0m,90. Chacune de ces piles contient quatre boulons de fondations, de 0m,87 de diamètre et de 3 mètres de longueur, fixés à une plaque d'acier noyée dans le béton, et se termine, à sa partie supérieure, par un bloc de granit de 0m,45 d'épaisseur.

Les fermes principales sont des arcs à trois articulations, de 49m,85 de portée et de 22m,25 de flèche. Leur membrure inférieure est approximativement une parabole, dont l'axe est horizontal et situé à environ 0m,90 au-dessous des articulations inférieures. La membrure supérieure est verticale jusqu'à la hauteur des chéneaux, elle s'incline ensuite suivant la ligne de la toiture, qui, rectiligne à son origine, s'incurve légèrement au voisinage du faîtage du hall.

Les axes des articulations ont 0m,18 de diamètre. Les axes inférieurs de chacune des fermes principales sont reliés l'un à l'autre par deux barres rondes horizontales, de 0m,07 de diamètre, supportées en plusieurs points de leur longueur.

Le montage de la partie métallique, dont le poids est de 1 000 tonnes, a été effectué par la King Bridge Co, au moyen d'un échafaudage mobile de 30m,50 de hauteur et de 12m,20 de largeur, qui reculait au fur et à mesure du montage de chacune des fermes.

#### CONSTRUCTION DES MACHINES

**Machines à vapeur et dynamos des Tramways électriques de Berlin.** — L'*Engineer*, du 25 mai, décrit les machines à vapeur et les dynamos de la station centrale d'électricité des tramways de Berlin, dans la Luisenstrasse.

Les machines à vapeur ont été construites par la maison Sulzer frères de Winterthur (Suisse) ; deux sont déjà en fonctionnement ; on installe actuellement la troisième. Ce sont des machines à triple expansion, type marine ; chacune d'elles comporte un cylindre HP, un cylindre intermédiaire et deux cylindre BP, disposés en tandems verticaux jumeaux, couplés à 180° avec deux volants. Leurs dimensions caractéristiques sont :

| | | |
|---|---|---|
| Cylindre à haute pression. . . . | mètres | 0,865 |
| — intermédiaire. . . . . | — | 1,250 |
| — à basse pression. . . . | — | 1,550 |
| Course commune . . . . . . . | — | 1,300 |

A la vitesse normale de 85 tours par minute, la puissance développée, avec de la vapeur à 12 atmosphères de pression initiale, varie suivant la durée de l'admission au cylindre HP dans les limites suivantes :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Admission °/o . . . . . | 11 | 18 | 25 | 35 | 50 |
| Puissance en chevaux. | 1 740 | 2 270 | 2 800 | 3 300 | 3 860 |

La vapeur étant surchauffée, les cylindres MP et BP sont seuls munis d'enveloppes.

Les dynamos ont été construites par l'Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft ; elles développent 1 000 kilowatts à 85 tours par minute, et produisent du courant continu à 250-280 volts.

L'auteur termine en donnant quelques renseignements relatifs aux chaudières, et en reproduisant, sous forme de tableau, les résultats d'essais effectués sur les machines dans différentes conditions, le cylindre HP étant alimenté : *a)* avec de la vapeur surchauffée à 310° C. ; *b)* avec de la vapeur surchauffée à 270° C. ; *c)* avec de la vapeur saturée.

#### ÉLECTRICITÉ

**Les stations centrales d'électricité de Chicago.** — L'*Electrical World*, du 19 mai, étudie la situation actuelle des stations centrales d'électricité de Chicago.

Tout le service des stations électriques, dans la partie centrale de Chicago, à l'exception de l'éclairage des rues, qui est fourni par la station municipale, est fait par la Chicago Edison Co. La ville de Chicago couvre une superficie très considérable ; sa longueur étant de 38km,4, et sa largeur de 28km,4. Toutes les stations centrales sont comprises dans les limites de la ville et les quartiers qui ne sont pas desservis par la Chicago Edison Co le sont par la Commonwealth Electric Co. Cette seconde Compagnie a été organisée, il y a environ deux ans, par les administrateurs de l'Edison Co dans le but d'acquérir les propriétés et les franchises des diverses Compagnies indépendantes existantes et d'agir d'accord avec les intérêts de la Compagnie Edison. Cinq Compagnies se trouvèrent ainsi absorbées.

Les deux Compagnies actuelles, Edison et Commonwealth, sont intimement associées et ont les mêmes administrateurs. L'auteur donne la description de leurs deux réseaux.

Celui de l'Edison Co, à 230 volts, comporte six stations ou sous-stations, dont l'auteur signale les points les plus intéressants.

La Chicago Edison Co a été la première à employer les convertisseurs rotatifs et les génératrices à double courant pour effectuer l'interconnection de ses stations génératrices dans le but de leur permettre de s'aider l'une l'autre. L'auteur explique comment ce système est appliqué.

Il passe ensuite à la Commonwealth Electric Co. Lors de son organisation, cette Compagnie se trouvait à la tête de neuf stations génératrices, anciennes et mal installées. Dans le but de réduire les frais d'exploitation, la Compagnie a déjà réduit le nombre de ces stations à quatre. Pour remplacer trois de ces dernières, elle fait construire actuellement une station centrale à courant polyphasé qui desservira une superficie de 163 kilom. carrés. L'auteur en donne une description détaillée.

Il termine par quelques renseignements relatifs à la station centrale municipale qui, comme on l'a vu plus haut, éclaire une grande partie des rues de Chicago.

**Les ascenseurs électriques de la gare de la Douane, à Vienne.** — M. Anton Freissler, dans la *Zeitschrift des Œsterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines*, du 1er juin, étudie les ascenseurs électriques établis dans la nouvelle gare de la Douane, à Vienne, pour la manutention des wagons de marchandises.

Les voies de la gare sont installées en ce point en tranchée, à 6 mètres au-dessous du niveau du rez-de-chaussée de l'entrepôt des douanes. Les ascenseurs doivent élever de cette hauteur 120 à 150 wagons par jour. Dans un bâtiment spécial ont été installés deux ascenseurs répondant à cette condition. La plate-forme de chacun de ces ascenseurs a 14 × 3,20 mètres carrés ; l'élévation d'une charge de 30 tonnes et la descente de l'ascenseur sont effectuées en 2 minutes. Un contrepoids équilibre le poids mort de l'ascenseur et une partie de la charge. Les organes moteurs comprennent, pour chaque ascenseur, une dynamo de 40 chevaux, tournant à 800 tours par minute sous 480 volts, et une série de transmissions par vis sans fin et par chaînes Galle. L'auteur décrit en détail ces installations électriques et mécaniques, en insistant sur les dispositifs de sûreté qui ont été adoptés. Les dépenses d'exploitation de ces ascenseurs sont assez faibles ; pour élever une charge de 10 à 15 tonnes, on ne consomme que 20 à 30 ampères sous 480 volts. L'élévation d'une charge de une tonne revient dans ces conditions à 2 centimes. L'installation complète de ces ascenseurs a entraîné une dépense de 70 000 francs environ.

Cette installation vient d'être complétée par l'établissement de 6 autres ascenseurs analogues, pour charges de 2 tonnes, ayant spécialement pour objet de desservir le marché de viande établi auprès des bâtiments de la Douane. Chacun de ces ascenseurs est actionné par un moteur de 10 chevaux, tournant à 600 tours, sous 480 volts. Ces ascenseurs peuvent effectuer 20 à 30 doubles courses à l'heure.

#### MÉCANIQUE

**Nouvelle machine soufflante américaine.** — L'*Engineering Record*, du 2 juin, décrit une machine soufflante pour hauts fourneaux qui vient d'être installée aux usines de la Cherry Valley Iron Co, à Leetonia (Ohio, États-Unis).

C'est une machine verticale, les cylindres à air étant placés au-dessus des cylindres à vapeur. Ceux-ci sont au nombre de deux, compound. La machine fonctionne avec un condenseur Wheeler par surface. Les cylindres à vapeur ont 1 mètre et 1m,90 de diamètre, et les cylindres à air 2 mètres de diamètre ; leur course commune est de 1m,38. L'auteur décrit en détail le mécanisme de la distribution et de la détente.

La machine a un volant de 45 tonnes, dont le diamètre est de 7 mètres. Elle fait 20 à 28 tours par minute et produit de l'air à une pression de 0k,56 à 0k,63. Sa hauteur totale au-dessus de ses fondations est de 11m,60 et son poids est de 272 tonnes.

#### MÉTALLURGIE

**Dispositifs de chargement mécanique des hauts fourneaux.** — M. Fritz Lürmann, dans le *Stahl und Eisen*, du 1er juin, préconise l'adoption de quelques nouveaux dispositifs de chargement des hauts fourneaux.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 6, p. 94.

Après avoir décrit les plans inclinés élévateurs de la Brown Hoisting and Conveging Machine C°, installés à Cleveland Ohio, il montre qu'à côté de leurs nombreux avantages, ces transporteurs ont l'inconvénient, étant affectés chacun au service d'un haut fourneau, de risquer d'arrêter la marche de ce haut fourneau, dès qu'ils sont eux-mêmes en réparation. Il propose l'emploi de nouveaux engins se déplaçant sur voies ferrées, sortes de grues pivotantes qui, combinées à des ponts roulants, pourraient desservir successivement plusieurs hauts fourneaux. Il décrit six dispositions principales qui lui semblent devoir être adoptées avec avantage, la force motrice pouvant être l'électricité, la vapeur ou les gaz des hauts fourneaux.

NAVIGATION INTÉRIEURE

**Drague hydraulique automotrice sur le Mississipi River.** — Les dragages que l'on exécute pour l'entretien de navigabilité du Mississipi sont caractérisés par l'emploi de dragues hydrauliques ou à succion de grandes dimensions. La plupart de ces dragues ne sont pas munies d'un mécanisme propulseur et doivent être déplacées par des remorqueurs.

L'*Engineering News*, du 31 mai, donne la description détaillée d'une drague hydraulique destinée au même service et qui est automotrice ; elle est munie de roues à aubes placées latéralement ; sa coque est en acier.

Les études de cette drague, que l'on construit actuellement pour la Mississippi River Commission, ont été faites par M. Thomas Middleton, qui y a introduit un certain nombre de perfectionnements intéressants.

Sa longueur est de 58m55 ; sa largeur, de 13m40, et son tirant d'eau de 1m22 (4 pieds).

Les roues à aubes ont 6m40 de diamètre ; elles sont actionnées par des machines indépendantes, dont les cylindres ont 0m56 de diamètre avec une course de 1m83.

Le sable à draguer est désagrégé par un jet d'eau sous pression fourni par une pompe compound, duplex, à piston plongeur, dont les cylindres à vapeur ont 0m30 et 0m51 de diamètre et les cylindres à eau 0m41 de diamètre, leur course commune étant de 0m38 ; cette pompe peut refouler environ 9 mètres cubes (2000 gallons) d'eau par minute, à une pression de 8k4 à travers des ajutages de 0m025 (1 pouce) de diamètre.

L'aspiration du sable désagrégé est faite par une pompe centrifuge, actionnée par deux machines horizontales, compound tandem, à condensation, dont les cylindres ont 0m41 et 0m66 de diamètre et une course de 0m51.

Un modèle de cette nouvelle drague figure à l'Exposition de 1900.

STATISTIQUE

**Production de l'or, de l'argent et du charbon aux États-Unis en 1899.** — Au mois de janvier dernier, l'*Engineering and Mining* avait publié des chiffres préliminaires, relatifs à la production minérale et métallurgique des États-Unis en 1899, chiffres que le *Génie Civil* avait reproduits en partie [1].

Le même journal américain donne, dans son numéro du 2 juin, les chiffres définitifs, concernant l'or, l'argent et le charbon.

Aux tableaux relatifs à la production de l'or et de l'argent dans les différents États des États-Unis sont joints des tableaux donnant la production de ces métaux dans les divers pays du monde.

Deux autres tableaux indiquent la production du charbon et du coke aux États-Unis par État. Leur production totale de charbon, en 1899, a été de 228 717 579 tonnes métriques ; c'est la production annuelle la plus importante que l'on ait jamais enregistrée pour aucun pays ; elle représente un accroissement de 15,2 % sur celle de 1898.

En Angleterre, en 1899, la production de charbon a été de 223 606 668 tonnes métriques, en augmentation de 9,4 % sur celle de 1893.

On voit donc que la production du charbon aux États-Unis, en 1899, a dépassé de 5 110 911 tonnes métriques celle de l'Angleterre.

TRAMWAYS

**Nouveau frein à air comprimé, pour tramways.** — Le *Dinglers polytechnisches*, du 2 juin, décrit un nouveau frein à air comprimé, pour tramways, récemment imaginé par la « Standart Air Brake Company ».

Ce frein, constitué par un ensemble d'organes robustes et simples, se distingue de ceux généralement employés, en ce que son compresseur d'air est actionné directement par un des essieux de la voiture, mais n'est embrayé qu'au moment où ce frein doit intervenir. Jusqu'ici en effet, le compresseur du frein était mû par un moteur spécial ou, s'il était mû par l'un des essieux, fonctionnait tant que la voiture était en marche. Dans le premier cas, les frais de premier établissement étaient plus forts, dans le second cas, les frais d'entretien plus considérables.

L'auteur décrit la disposition générale du frein et de ses accessoires, sous le châssis des voitures, et fait ressortir le faible développement des canalisations d'air comprimé dont la longueur, pour une voiture à deux essieux, ne dépasse pas 2m15.

TRAVAUX PUBLICS

**Viaducs d'approche du nouveau pont suspendu sur l'East River (New-York).** — L'*Engineering News*, du 10 mai, donne, d'après les cahiers des charges de la mise en adjudication, la description et les dessins détaillés des travaux de maçonnerie et de charpente métallique à exécuter pour les viaducs d'approche du nouveau pont suspendu sur l'East River, qui est, comme on le sait [1], actuellement en cours d'exécution entre New-York et Brooklyn.

Chacun des deux viaducs d'approche, aboutissant aux extrémités du pont suspendu proprement dit, a son origine, de chaque côté du fleuve, aux ancrages des câbles. Le viaduc du côté de New-York sera le plus long des deux ; sa construction exigera 12 000 tonnes de charpente en acier. La construction du viaduc du côté de Brooklyn n'en absorbera que la moitié.

**Le pont de Crémone, sur le Pô.** — Dans le *Genio Civile*, de mars, M. Rinaldo Beduzzi consacre une longue étude au nouveau pont de Crémone sur le Pô.

Ce pont, dont la longueur totale est de 900 mètres, comporte 12 travées, dont 10 de 80 mètres de portée au centre. Il est, en réalité, formé de deux ponts métalliques à poutres droites, indépendantes, reposant sur les mêmes piles en maçonnerie. L'un de ces ponts, d'une largeur de 5m10 d'axe en axe des poutres principales, porte une voie normale de chemin de fer ; l'autre pont, de 8 mètres de largeur, comprend une chaussée pour voitures, sur laquelle une voie de tramway est installée. Un trottoir de 1m35 de largeur est disposé en encorbellement.

Cette étude, très complète, s'attache d'abord à l'exécution des fondations des piles par caissons à air comprimé, puis à la description des tabliers métalliques du pont-route et du pont de chemin de fer, avec calculs de résistance.

DIVERS

**Le Fibroleum.** — Dans un rapport présenté à la *Société d'Encouragement* (Bulletin de mars 1900), M. Livache examine un nouveau produit fabriqué par M. Brigalant sous le nom de fibroleum. Ce produit est obtenu par le traitement chimique des déchets de cuir qui, jusqu'ici, n'étaient guère utilisés que dans la fabrication des engrais.

Les rognures de cuir, coupées en morceaux de faible dimension, sont empilées dans de vastes cuves où on les laisse macérer avec une solution alcaline ; celle-ci, en dissolvant la substance qui cimente les fibres entre elles, les rend indépendantes les unes des autres. Cette opération demande à être conduite avec une grande délicatesse, car s'il faut que l'action soit suffisante pour dissoudre la substance cimentant les fibres, on doit éviter qu'une solution trop concentrée ou une macération trop prolongée n'altèrent celles-ci.

L'opération, qui dure de 8 à 15 jours, se fait à la température ordinaire. Après évacuation de la solution alcaline et lavage à l'eau froide, la matière passe dans un appareil défibreur spécial.

La pulpe obtenue, très douce au toucher, est envoyée dans une pile raffineuse, peu différente de celles employées en papeterie ; la pâte qui en ressort, composée de fibres très minces, longues et parfaitement isolées, est alors portée sur la machine à papier et produit, en se feutrant, une feuille très légère mais assez résistante ne mesurant pas plus de 1/10 de millimètre d'épaisseur.

Ces feuilles, en s'enroulant sur un cylindre se superposent et adhèrent fortement les unes aux autres ; on obtient ainsi des feuilles dont l'épaisseur varie de 1 à 10 centimètres.

Après avoir été soumises à l'action de la presse hydraulique, ces feuilles présentent l'aspect du cuir et en ont la résistance.

M. Brigalant a fait d'intéressantes applications du fibroleum à l'ameublement, mais sa principale utilisation est de remplacer avantageusement les produits inférieurs qui entrent dans la confection des chaussures à bon marché. Actuellement, l'inventeur prépare par jour 125 à 150 grosses de contreforts de bottines et installe l'outillage nécessaire pour produire 1 000 grosses de contreforts et 5 000 douzaines de talons par jour.

Bien que le fibroleum soit plus pénétrable à l'eau que le véritable cuir, ses qualités de résistance et de flexibilité, ainsi que son faible prix de revient, le rendent apte à bien des applications et, d'après M. Livache, cette industrie paraît appelée à une grande extension.

## Ouvrages récemment parus.

**Cubature des terrasses et mouvement des terres**, par Bertrand Saint-Paul, conducteur du Service municipal des travaux de Paris. — Un volume grand in-8° de 144 pages, avec 64 figures. — Veuve Dunod, éditeur ; Paris, 1900. — Prix : 4 fr. 50.

Cet ouvrage est le résumé des leçons professées par M. Saint-Paul à la Société de Topographie de France et aux auditeurs de ses cours préparatoires aux grades de Conducteur des Ponts et Chaussées et de Conducteur municipal des Travaux de Paris. Il s'adresse donc tout spécialement aux agents des Ponts et Chaussées et des Mines, aux adjoints et sous-officiers du Génie, aux entrepreneurs et commis d'entreprises particulières de travaux publics.

Après un intéressant historique de la viabilité française et quelques considérations générales sur l'étude de l'établissement des voies de communication, l'auteur envisage successivement les diverses méthodes exactes et approximatives, admises pour l'évaluation des superficies des profils et des volumes de déblai et de remblai. Les divers modes de transport des terres étant ensuite examinés, il établit, en les commentant, les formules précisant la valeur des relais des véhicules, et le prix de revient du transport à une distance déterminée ; enfin le problème de la répartition des terres est envisagé en s'inspirant spécialement de la méthode graphique préconisée par M. l'Inspecteur général Lalanne.

Des applications numériques favorisent la compréhension des diverses formules, et trois sujets de concours, donnés aux candidats Conducteurs des Ponts et Chaussées, sont complètement développés dans cet ouvrage.

**Les parfums comestibles**, par Georges-F. Jaubert, docteur ès sciences. — Un volume petit in-8° de 188 pages (*Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire*). — Gauthier-Villars et Masson, éditeurs ; Paris. — Prix : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 francs.

Dans cet ouvrage on trouvera des données très complètes sur les nombreuses matières odorantes dont l'emploi devient de jour en jour plus étendu dans les industries si importantes de la confiserie, de la pâtisserie et de la distillerie. La vanille artificielle ou vanilline a pris dans cette branche de l'activité humaine une place tout à fait prépondérante ; aussi a-t-elle été étudiée en détail par M. Georges-F. Jaubert, avec toutes les indications se rapportant à la littérature chimique la concernant. De même pour l'héliotropine ou héliotrope artificiel, ainsi que pour les matières premières utilisées pour la préparation de ces deux produits : l'eugénol et l'isogénol, le safrol et l'isosafrol.

Ce petit volume contient encore des indications précises sur certaines matières odorantes qui, sans être à proprement parler des parfums comestibles, ont trouvé néanmoins un grand débouché en pharmacie, comme le thymol, la créosote, l'apiol, etc.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 14, p. 217.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 8, p. 126, et t. XXXVII, n° 4, p. 68.



Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 12. N° 945. Samedi 21 Juillet 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Chemins de fer** : Le Métropolitain de Paris. Description générale du réseau projeté. Description détaillée de la partie exécutée *(planches XVII, XVIII, XIX, XX et XXI)*, p. 197 ; A. DUMAS. — **Chimie industrielle** : Mouvement et progrès de l'industrie chimique dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France *(suite)*, p. 219 ; Léon GUILLET. — **Hydraulique** : Note sur les dimensions à donner aux réservoirs des distributions d'eau, p. 220 ; Ch. VIGREUX. — **Variétés** : Nouveau système d'allumeur de mèches, p. 221 ; — Les usines d'énergie électrique et l'Administration des Postes et Télégraphes, p. 221 ; — Réservoir de chasse à siphon automatique, p. 222 ; — Indicateur de température à distance, avertisseur automatique d'incendie, p. 222.
SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences (9 juillet 1900), p. 223. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 223 ; — Ouvrages récemment parus, p. 224 ; — Erratum, p. 224.

*Planches XVII, XVIII, XIX, XX et XXI* : Tracé, profils et matériel du Métropolitain de Paris.

## CHEMINS DE FER

### LE MÉTROPOLITAIN DE PARIS

**Description générale du réseau projeté.**
**Description détaillée de la partie exécutée.**

*(Planches XVII, XVIII, XIX, XX et XXI.)*

La mise en service du premier tronçon du chemin de fer métropolitain construit par la Ville de Paris a eu lieu, avant-hier jeudi, 19 juillet. La veille, le Ministre des Travaux publics, accompagné du Préfet de la Seine, avait parcouru la ligne actuellement livrée à l'exploitation et prescrit quelques modifications de détail qui ont été aussitôt réalisées.

Toutefois, les travaux de certaines stations n'étant pas encore complètement terminés, leur ouverture est encore différée. Sur 18 stations que comporte la ligne Porte de Vincennes-Porte Maillot, 8 seulement ont été mises en service : ce sont celles de la Porte de Vincennes, de la Place de la Nation, de la Gare de Lyon, de la Place de la Bastille, de l'Hôtel de Ville, du Palais-Royal, des Champs-Élysées et de la Porte Maillot.

Le *Génie Civil* a déjà signalé, au fur et à mesure de son élaboration, le réseau projeté par le Conseil municipal et a indiqué les conditions toutes spéciales dans lesquelles il devait être construit et exploité [1].



FIG. 1. — LE MÉTROPOLITAIN DE PARIS : Vue d'un train dans la station de la Place de l'Étoile, prise le 13 juillet 1900.

Nous allons décrire aujourd'hui l'ensemble du projet, puis nous donnerons une description plus détaillée du tronçon qui vient d'être livré à la circulation.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 5, p. 67 ; t. XXX, n° 21, p. 327 ; t. XXXI, n° 14, p. 22 ; t. XXXII, n° 23, p. 382 ; t. XXXIII, n° 25, p. 405.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU RÉSEAU PROJETÉ

Avant d'entrer dans la description du projet adopté en dernier ressort par la Ville de Paris, il nous paraît intéressant de rappeler brièvement les diverses tentatives qui l'ont précédé, ainsi que les différentes phases par lesquelles il est lui-même passé avant d'avoir reçu l'approbation définitive qui a permis de le mettre à exécution.

**Historique.** — Il faut remonter presque à un demi-siècle pour trouver la première idée d'un chemin de fer destiné à desservir

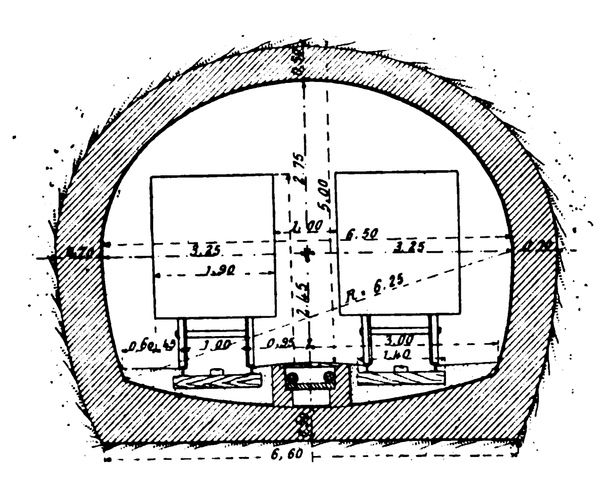


Fig. 2. — Profil type en voie courante, d'après le projet primitif.

spécialement l'agglomération parisienne. Dès 1856, en effet, MM. Brame et Flachat eurent l'idée de relier le centre de Paris à la circonférence, afin d'amener, par voie ferrée, les approvisionnements jusqu'aux Halles centrales.

Toutefois, ce ne fut qu'en 1871 que le Conseil général de la Seine se décida à faire étudier le projet d'un véritable réseau de chemins de fer dans l'intérieur de Paris, réseau inspiré par l'exemple du métropolitain de Londres. Une Commission fut nommée à cet effet et son rapporteur, M. Mantion, alors directeur du Chemin de fer de Ceinture, présenta un très remarquable rapport dans lequel le problème à résoudre était parfaitement défini et dont les idées générales ont trouvé leur application dans le projet aujourd'hui adopté.

Depuis cette époque, de très nombreux projets de métropolitain ont été proposés, émanant soit des Ingénieurs de la Ville de Paris, soit de particuliers plus ou moins autorisés, soit même de certaines Compagnies de chemins de fer intéressées. La plupart de ces projets ont d'ailleurs été décrits en leur temps dans le *Génie Civil*, et on trouvera une analyse succincte de chacun d'eux dans son numéro du 26 juillet 1890 (1). Tous ces projets, de mérites divers, ont tour à tour échoué par suite de l'impossibilité dans laquelle se sont trouvés leurs promoteurs d'arriver à une entente soit avec la Ville, soit avec l'État.

Une divergence de vues existait, en effet, entre la Ville et le Gouvernement. Tandis que ce dernier attribuait au métropolitain de la capitale un caractère d'intérêt général et voulait l'utiliser pour raccorder entre elles les gares des grandes Compagnies, les édiles de la Ville de Paris persistaient à le considérer comme devant être d'intérêt purement local, réservé aux besoins de la circulation urbaine et indépendant des lignes des grands réseaux.

Cette discussion stérile durerait sans doute encore si la perspective des besoins créés par l'Exposition universelle de 1900 n'avait fait entrer les deux parties en litige dans la voie de la conciliation. En échange du concours prêté par la Ville de Paris à la préparation de l'Exposition, le Gouvernement a consenti à se départir en sa faveur de la manière de voir qu'il avait eue jusqu'alors au sujet du Métropolitain. Par lettre en date du 22 novembre 1895, le ministre des Travaux publics a mis fin au conflit et reconnu à la Ville le droit d'assurer elle-même l'exécution, à titre d'intérêt local, des lignes spécialement destinées à desservir des intérêts urbains. Grâce à cette décision, la question est entrée dans une nouvelle voie, féconde en résultats pratiques et qui a rapidement conduit à la solution aujourd'hui en partie exécutée.

Le *Génie Civil* ayant déjà décrit au moment où elles se sont produites les différentes phases par lesquelles a passé cette solution, avant son approbation définitive, nous nous bornerons ici à les rappeler brièvement.

Dès le début de 1896, la Commission compétente du Conseil municipal avait tracé le programme du réseau métropolitain en lui imposant un double but : « suppléer à l'insuffisance des moyens de transport du Paris actuel et mettre en valeur les quartiers éloignés et les moins peuplés de la capitale ». Après la mise à l'enquête de cet avant-projet, un projet complet fut dressé par les Ingénieurs de la Ville sur les bases suivantes :

1° Voie étroite, permettant de réduire la dépense par la diminution de section et d'assurer l'autonomie du réseau en rendant impossible son raccordement ultérieur avec les lignes des grandes Compagnies;

2° Emploi des trains légers à traction électrique;

3° Construction de l'infrastructure par la Ville de Paris;

4° Exploitation par un concessionnaire.

Par délibération en date du 9 juillet 1897, le Conseil municipal approuva ce projet ainsi qu'une convention passée avec le concessionnaire qui avait été choisi, à la suite d'un concours, pour assurer l'exploitation. Ce projet et cette convention furent successivement adoptés, avec quelques modifications, par la Chambre des députés et le Sénat, en mars 1898, après avis du Conseil général des Ponts et Chaussées et du Conseil d'État, et la loi déclarative d'utilité publique fut enfin promulguée le 30 mars 1898. Le 4 avril suivant, une nouvelle loi autorisait la Ville de Paris à émettre un emprunt de 165 millions destinés à faire face aux dépenses entraînées par l'exécution du projet.

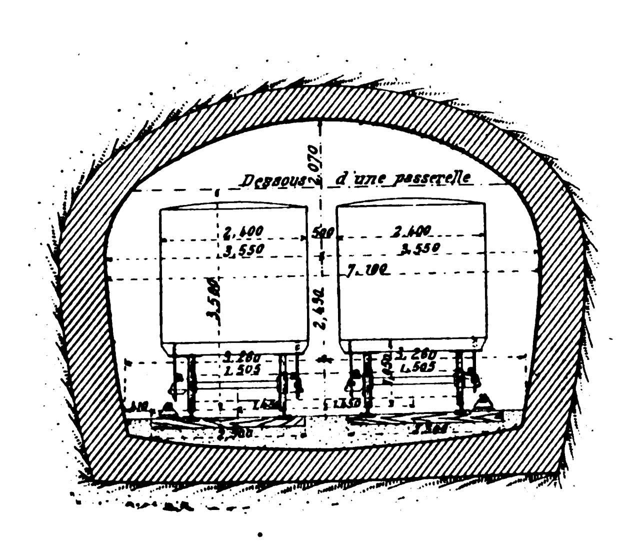



Fig. 3. — Profil définitif du Métropolitain.

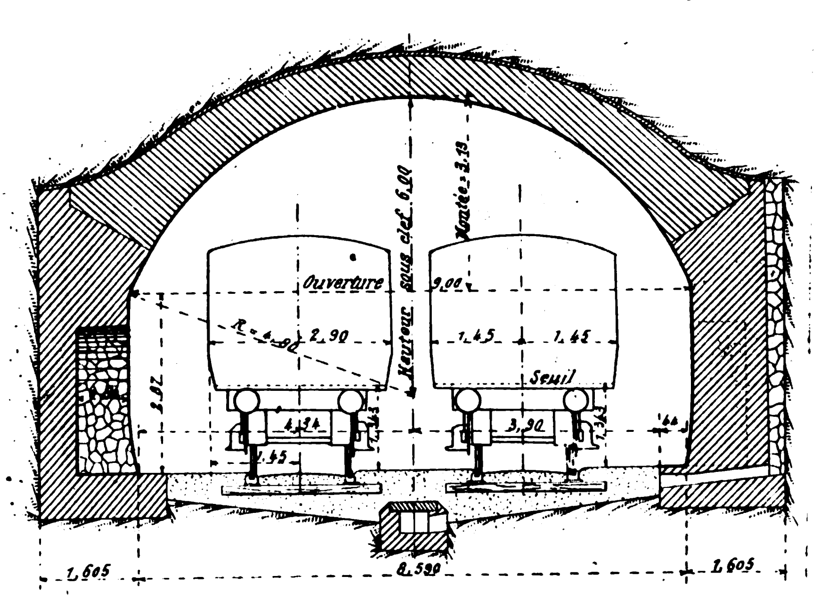



Fig. 4. — Profil type du prolongement du Chemin de fer de Sceaux.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XVII, n° 13, p. 197.

**Dispositions essentielles du projet.** — Tout en approuvant dans son essence le projet du Conseil municipal, la loi du 30 mars y a introduit certaines modifications plus ou moins importantes. Nous nous bornerons à signaler la plus caractéristique.

Le projet primitif comportait une voie étroite, c'est-à-dire avec rails de 1 mètre d'écartement, et cette disposition avait été adoptée non seulement en vue de réduire la section des ouvrages, mais aussi (on pourrait même dire surtout) afin de rendre impossible le raccordement du réseau urbain avec celui des lignes des grandes Compagnies. En agissant ainsi, le Conseil municipal avait voulu s'assurer que le Métropolitain conserverait forcément son autonomie et son indépendance et qu'il ne pourrait jamais être absorbé, sous une forme ou sous une autre, par les grandes Compagnies, dont les lignes aboutissent ou entourent Paris. Il tenait essentiellement à avoir un chemin de fer qui fût sous sa direction et son contrôle exclusifs, soustrait à toute autre influence, et que, suivant la spirituelle expression de M. Poubelle, alors préfet de la Seine, « il puisse tutoyer » (1).

Cette appréhension du raccordement futur du Métropolitain avec les grandes lignes de pénétration ou le Chemin de fer de Ceinture n'a pas été partagée par le Parlement qui a, au contraire, jugé utile de réserver la possibilité de ce raccordement, tout au moins dans certaines conditions. La loi du 30 mars 1898 impose, en effet, aux voies du Métropolitain l'écartement normal de 1m 44 et elle prescrit que la largeur maximum du matériel roulant sera portée de 2m 10 à 2m 40, toutes saillies comprises.

A ce sujet, il faut remarquer que le projet primitif, décrit dans le *Génie Civil*, comportait une voie de 1 mètre d'écartement et des voitures de 1m 90 de largeur, mais, sur la demande du futur concessionnaire, l'écartement de la voie avait été porté à 1m 30 et la largeur du matériel roulant à 2m 10. Les figures 2 et 3 donnent les dimensions respectives des souterrains en voie courante dans les deux projets.

Cette modification au projet primitif a été acceptée volontiers par le Conseil municipal, car l'augmentation ainsi imposée à l'écartement des rails permet bien au matériel du Métropolitain de circuler sur les voies du Chemin de fer de Ceinture et des grandes lignes de pénétration, mais sans réciprocité.

Les dimensions imposées aux véhicules du Métropolitain restent en effet très inférieures à celles des véhicules ordinaires des grandes lignes ainsi qu'on peut s'en rendre immédiatement compte par la comparaison du profil en travers du souterrain en voie courante du Métropolitain (fig. 3) avec, par exemple, un profil en travers du prolongement dans Paris de la ligne de Sceaux (fig. 4) (1). Il en résulte que, dans le cas d'un raccordement éventuel des deux réseaux, le matériel du Métropolitain pourrait circuler sur les voies des grandes lignes, tandis que l'inverse ne pourrait pas se produire à cause de la trop faible section des souterrains du Métropolitain.

Cette disposition de la loi du 30 mars 1898 permettra peut-être un jour d'établir des communications directes entre le centre de la Ville et sa banlieue, contrairement à l'esprit du projet primitif du Conseil municipal, qui écartait, systématiquement, tous moyens d'exode des Parisiens dans la banlieue.

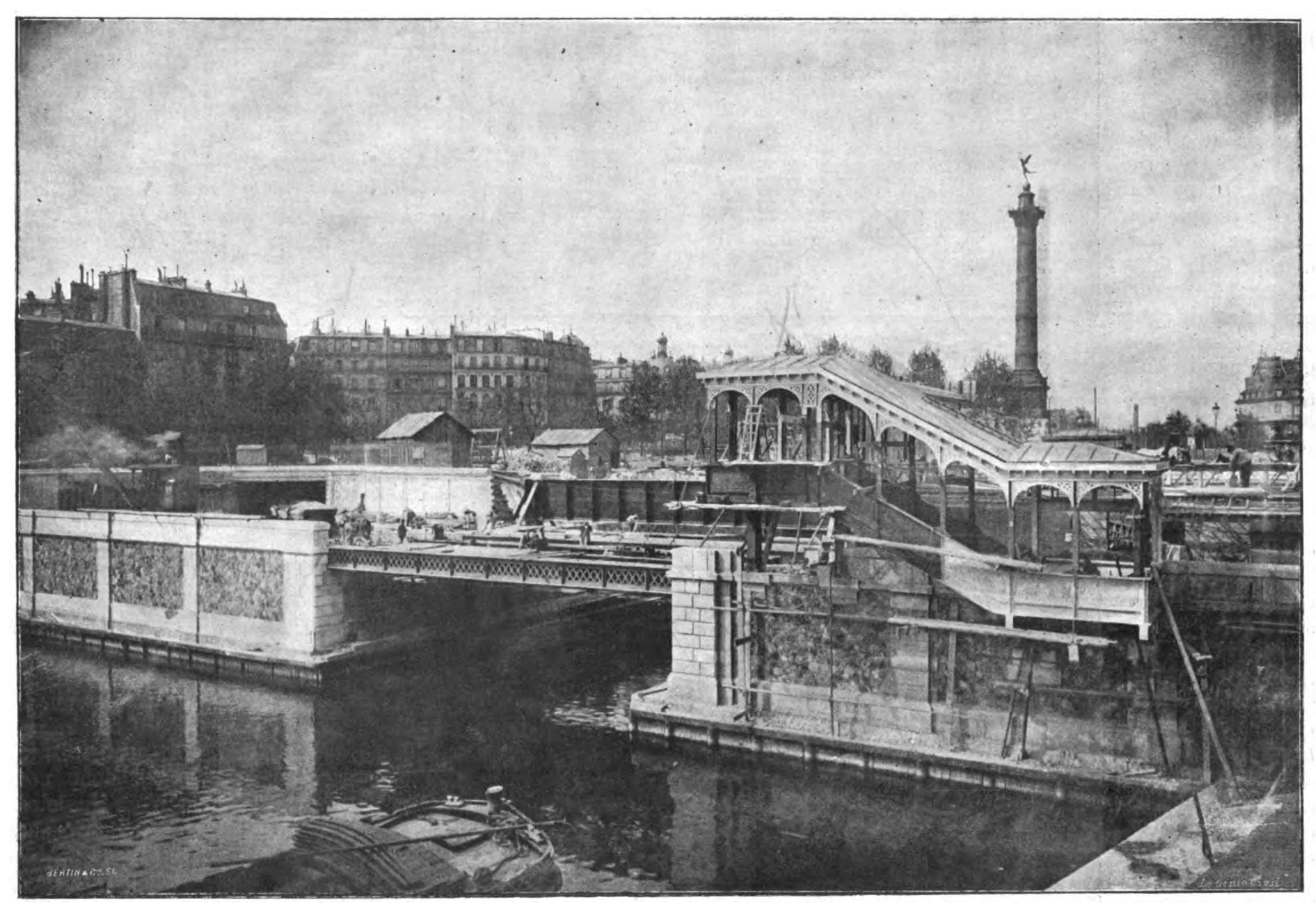


Fig. 5. — Le Métropolitain de Paris : Station de la Place de la Bastille, sur le canal Saint-Martin ; vue prise le 10 juin 1900.

Ajoutons enfin que, d'après la loi du 30 mars 1898, la construction du réseau métropolitain doit laisser réalisables, au point de vue technique, les pénétrations des grandes lignes et leurs raccordements entre elles dans Paris.

Il résulte des dispositions adoptées par le Conseil municipal et sanctionnées par la loi du 30 mars 1898, que les travaux d'infrastructure, c'est-à-dire les souterrains, tranchées, viaducs, nécessaires à l'établissement de la plate-forme du chemin de fer ou au rétablissement des voies publiques empruntées, seront construits par la Ville, par analogie avec les règles fixées par la loi du 11 juin 1842 relativement à la construction, par l'État, des chemins de fer d'intérêt général. Quant aux travaux de superstructure, ils seront exécutés par le concessionnaire chargé de l'exploitation.

Cette combinaison présente des avantages indéniables qui sont les suivants :

1° La durée de la concession a pu être réduite à 35 ans, tandis

(1) *Bulletin municipal* du 21 avril 1896.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXV, n° 19, p. 289.

qu'il eût fallu, dans le cas de construction par un concessionnaire, aliéner le réseau pendant 75 ans, période nécessaire pour amortir la dépense d'établissement de l'infrastructure ;

2° La Ville pouvant se procurer les capitaux nécessaires à un taux bien inférieur à celui qu'aurait eu à payer toute Société privée, il en résulte un allégement sensible des charges qui grèveront l'entreprise ;

3° Enfin, il aurait été difficile à un concessionnaire de réaliser l'énorme capital nécessaire, et pour lui faciliter cette tâche, la Ville se serait sans doute trouvée dans l'obligation de lui concéder, ainsi que cela se fait généralement en pareille matière, une garantie d'intérêt de 2,5 %, ce qui, en tenant compte de la majoration des dépenses de premier établissement qui se serait sans doute alors produite, aurait engagé la responsabilité de la Ville dans des proportions analogues à celles qu'entraîne la construction directe par celle-ci.

Fig. 6. — Le Métropolitain de Paris : Construction des piédroits de la station du Châtelet ; vue prise le 28 juin 1899.

Dans la combinaison adoptée, l'action directe de la Ville est d'ailleurs limitée aux seuls travaux de l'infrastructure ; elle livre au concessionnaire les souterrains, tranchées, viaducs, en lui laissant la charge de la superstructure et, par suite, la responsabilité des installations multiples dont la liaison est plus intime avec le service de l'exploitation. C'est au concessionnaire qu'incombent l'installation des voies et des transmissions électriques, l'aménagement des accès aux stations, la construction des usines et ateliers, la fourniture du matériel roulant, etc. La dépense correspondante représente environ un quart des dépenses totales de premier établissement du Métropolitain.

Fig. 7. — Le Métropolitain de Paris : Mise en route du bouclier du 3e lot allant vers la Bastille ; vue prise le 16 mars 1899.

Au concours ouvert à cet effet, divers demandeurs en concession s'étaient présentés ; le choix du Conseil municipal s'est porté sur la Compagnie générale de Traction, associée, dans cette entreprise, avec les établissements du Creusot.

Régime de la concession. — D'après la convention intervenue entre la Ville et la Compagnie générale de Traction, cette dernière s'était engagée à former, dans le délai de six mois, à dater de la promulgation de la loi déclarative d'utilité publique, une Société anonyme au capital minimum, en numéraire, de 25 millions, ayant pour objet exclusif l'exploitation du Métropolitain, et à céder la concession à cette Société. C'est ainsi qu'est née la « Compagnie du Métropolitain de Paris » qui, aux termes de l'article 2 de ses statuts, a pour objet exclusif :

1° L'établissement et l'exploitation du chemin de fer Métropolitain de Paris, dans les conditions de la concession annexée à la loi du 30 mars 1898 ;

2° L'établissement et l'exploitation de toutes les lignes nouvelles qui pourraient être concédées par les pouvoirs publics ;

3° Et toutes les opérations se rattachant aux objets ci-dessus énoncés.

La concession est faite pour une durée de 35 ans et elle embrasse un réseau divisé en six lignes distinctes d'une longueur totale de 65 kilomètres.

Pour la fixation du point de départ de cette durée de la concession, le Métropolitain est divisé en trois réseaux dont nous verrons plus loin le détail. Dans chaque réseau, la concession partira de la réception de la dernière ligne et se terminera 35 ans après cette date.

Les divers réseaux feront retour à la Ville successivement dans l'ordre de leur livraison au concessionnaire. Toutefois, ce dernier restera en possession de l'exploitation de l'ensemble des réseaux jusqu'au jour de la remise du dernier réseau, mais il devra payer à la Ville une redevance annuelle kilométrique de 45 000 francs pour la partie ayant fait retour à celle-ci en vertu des stipulations ci-dessus.

En outre, la Ville s'est réservé le droit de rachat de la concession et elle pourra exercer ce droit lorsqu'un délai d'au moins

sept années se sera écoulé à partir de la réception générale de la section construite en dernier lieu.

Les tarifs perçus seront de 0 fr. 15 en 2e classe et de 0 fr. 25 en 1re classe pour le parcours d'un point quelconque à un autre du Métropolitain. Jusqu'à neuf heures du matin, il sera délivré des billets d'aller et retour en 2e classe, valables pour le restant de la journée, au prix de 0 fr. 20.

Les recettes appartiendront au concessionnaire, qui ne reçoit ni subvention, ni garantie d'intérêt, sauf déduction d'une redevance en faveur de la Ville. Cette redevance sera consacrée par cette dernière à gager l'emprunt qu'elle a dû faire pour se procurer les capitaux nécessaires à la construction de l'infrastructure. Elle sera de 0 fr. 05 par billet de 2e classe et de 0 fr. 10 par billet de 1re classe. Au delà de 140 millions de voyageurs par an, cette redevance croîtra progressivement jusqu'à 0 fr. 055 et 0 fr. 105, à mesure que le nombre de voyageurs croîtra lui-même jusqu'à 190 millions.

Les diverses clauses relatives au mode d'exploitation seront signalées un peu plus loin quand nous parlerons de cette question.

**Itinéraires et ordre d'exécution des lignes métropolitaines.** — Le réseau métropolitain projeté comprend actuellement deux parties bien distinctes : l'une qui est déjà concédée et même en partie construite, et l'autre qui n'est qu'à l'état de projet et n'a pas encore été déclarée d'utilité publique. Le plan que nous donnons ci-annexé (pl. XVII) comprend, teintées en trois couleurs différentes, les lignes construites, concédées ou simplement projetées.

Le réseau concédé à titre définitif comprend les six lignes ou sections indiquées ci-après avec leur longueur respective et les prix auxquels était estimée la construction de leur infrastructure dans le projet primitivement dressé :

| DÉSIGNATION DES LIGNES CONCÉDÉES | LONGUEURS | DÉPENSES |
|---|---|---|
| | mètres | francs |
| A. Ligne de la porte de Vincennes à la porte Dauphine, traversant Paris de l'est à l'ouest . . . . . . . . . . . . . | 11 017 » | 27 000 000 |
| B. Ligne circulaire par les anciens boulevards extérieurs . . . | 22 763 » | 47 500 000 |
| C. Ligne complétant les deux premières au nord, de la porte Maillot à Ménilmontant. . . . . . . . . . . . . . . . . | 8 645 50 | 21 500 000 |
| D. Ligne transversale nord-sud, de la porte de Clignancourt à la porte d'Orléans . . . . . . . . . . . . . . . . | 11 427 50 | 31 500 000 |
| E. Raccordement du boulevard de Strasbourg au pont d'Austerlitz. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 915 50 | 11 000 000 |
| F. Raccordement du cours de Vincennes à la place d'Italie. . | 5 929 » | 11 500 000 |
| TOTAUX . . . . . . . . . | 64 697 50 | 150 000 000 |

A cette somme de 150 millions, il faut ajouter 15 millions pour expropriations et dépenses diverses, ce qui donne le chiffre de 165 millions, montant de l'emprunt autorisé par la loi du 4 avril 1898. Toutefois, par suite de l'agrandissement du gabarit des voitures imposé par la loi du 30 mars 1898, cette dépense se trouvera sans doute majorée d'environ 15 millions.

Le réseau qui n'est encore qu'à l'état de projet, mais dont le Conseil municipal poursuit actuellement la déclaration d'utilité publique, comprend les deux lignes suivantes :

| DÉSIGNATION DES LIGNES PROJETÉES | LONGUEURS | DÉPENSES |
|---|---|---|
| | mètres | francs |
| H (1). Du Palais-Royal à la place du Danube. . . . . . . . . | 6 500 | 20 000 000 |
| I. D'Auteuil à l'Opéra, par Grenelle . . . . . . . . . . . . . | 7 000 | 32 000 000 |
| TOTAUX . . . . . . . . . | 13 500 | 52 000 000 |

En ajoutant cette dépense de 52 millions à celle de 180 millions prévue pour le réseau définitivement concédé, on arrive à une somme totale de 232 millions.

D'autre part, les dépenses d'établissement de la superstructure, à la charge de la Compagnie concessionnaire, peuvent s'évaluer à environ 50 millions pour les six premières lignes.

Fig. 8. — Le Métropolitain de Paris : Construction du raccordement de la station à plancher métallique de l'Hôtel de Ville avec le souterrain; vue prise le 1er juin 1899.

L'ensemble des lignes concédées ou projetées forme un réseau maillé qui couvre presque entièrement la surface de la Ville de Paris, mais dont les mailles sont beaucoup plus serrées sur la rive droite de la Seine que sur la rive gauche, ce qui est tout naturel, puisque c'est dans cette partie de la Ville que la population est le plus dense et, par suite, a besoin de moyens de transports plus développés.

L'examen du plan d'ensemble du réseau (planche XVII) ne révèle que difficilement les idées générales d'après lesquelles il a été établi. Pour en faciliter l'intelligence et guider le lecteur dans ce dédale de voies se croisant en tous sens, nous indiquerons succinctement les itinéraires des différentes lignes. On verra sur le plan d'ensemble les parties de ces lignes qui sont en souterrain, en tranchée ou en viaduc.

**Réseau concédé** (2). — Ligne A : *De la porte de Vincennes à la porte Dauphine.* — Cours de Vincennes, boulevard Diderot, rue de Lyon, place de la Bastille, rues Saint-Antoine et de Rivoli, place de la Concorde, Champs-Élysées, place de l'Étoile, avenue Victor-Hugo et avenue Bugeaud (3).

Ligne B : *Circulaire par les anciens boulevards extérieurs.* — Place de l'Étoile, avenue de Wagram, boulevards de Courcelles, des Batignolles, de Clichy, de Rochechouart, de la Chapelle, de la Villette, de Belleville, de Ménilmontant et de Charonne, avenue de Taillebourg, place de la Nation, où cette ligne se soude avec la ligne A pour se confondre avec celle-ci le long du boulevard Diderot, quai de la Rapée, pont d'Austerlitz, boulevard de

(1) Une ligne portant la lettre G avait d'abord été projetée, entre la place Valhubert et le quai de Conti, mais elle a été abandonnée, car elle est devenue inutile et même impossible par suite du prolongement des lignes du Chemin de fer d'Orléans qui en occupent la place.

(2) Sur le plan d'ensemble (pl. XVII), les parties déjà construites des lignes de ce réseau sont indiquées en noir et les autres en rouge.

(3) On remarquera que cette ligne a exactement le même tracé que celle préconisée pendant de longues années par M. Berlier, et généralement connue sous le nom de « tube Berlier ». Cette ligne a été incorporée dans le réseau métropolitain et M. Berlier a reçu de la Ville une indemnité en dédommagement de ses études et travaux.

l'Hôpital, place d'Italie, boulevards d'Italie, Saint-Jacques, Raspail, Edgar-Quinet, de Vaugirard, Garibaldi et de Grenelle, Trocadéro, avenue Kléber et place de l'Étoile.

LIGNE C : *De la porte Maillot à Ménilmontant.* — Porte Maillot, avenue de la Grande-Armée, confondue avec la ligne circulaire entre la place de l'Étoile et le boulevard des Batignolles, rues de Constantinople et de Rome, boulevard Haussmann, rue Auber, place de l'Opéra, rue du 4-Septembre, place de la Bourse, rues Réaumur, de Turbigo et du Temple, place de la République, par-dessous le canal Saint-Martin, avenue de la République et avenue Gambetta jusqu'au Chemin de fer de Ceinture.

LIGNE D : *De la porte Clignancourt à la porte d'Orléans.* — Boulevards Ornano, Barbès, de Magenta, de Strasbourg et de Sébastopol, rue de Turbigo, Halles centrales, rue du Louvre, traversée de la Seine en tunnel un peu en amont du pont des Arts, direction de la rue de Rennes, boulevard Raspail, place Denfert-Rochereau où elle se raccorde avec la ligne circulaire, et enfin avenue d'Orléans jusqu'à la porte d'Orléans.

LIGNE E : *Du boulevard de Strasbourg au pont d'Austerlitz.* — Boulevard de Magenta, place de la République, boulevards Voltaire et Richard-Lenoir, place de la Bastille, boulevard de la Bastille et quai de la Rapée.

LIGNE F : *Du cours de Vincennes à la place d'Italie.*— Boulevards de Picpus, de Reuilly, de Bercy, pont de Bercy et boulevard de la Gare. Un raccordement établi en viaduc sur le quai de la Rapée, entre les ponts de Bercy et d'Austerlitz, relie cette ligne à la ligne B.

**Réseau projeté** [1]. — LIGNE H : *Du Palais-Royal à la place du Danube.* — Avenue de l'Opéra, rue Halévy, rue Lafayette, rue de Chabrol, rue de Strasbourg, faubourg Saint-Martin, rue Lafayette, passage sous le canal Saint-Martin, rue Secrétan, parc des Buttes-Chaumont, rue Botzaris et rue du Général-Brunet.

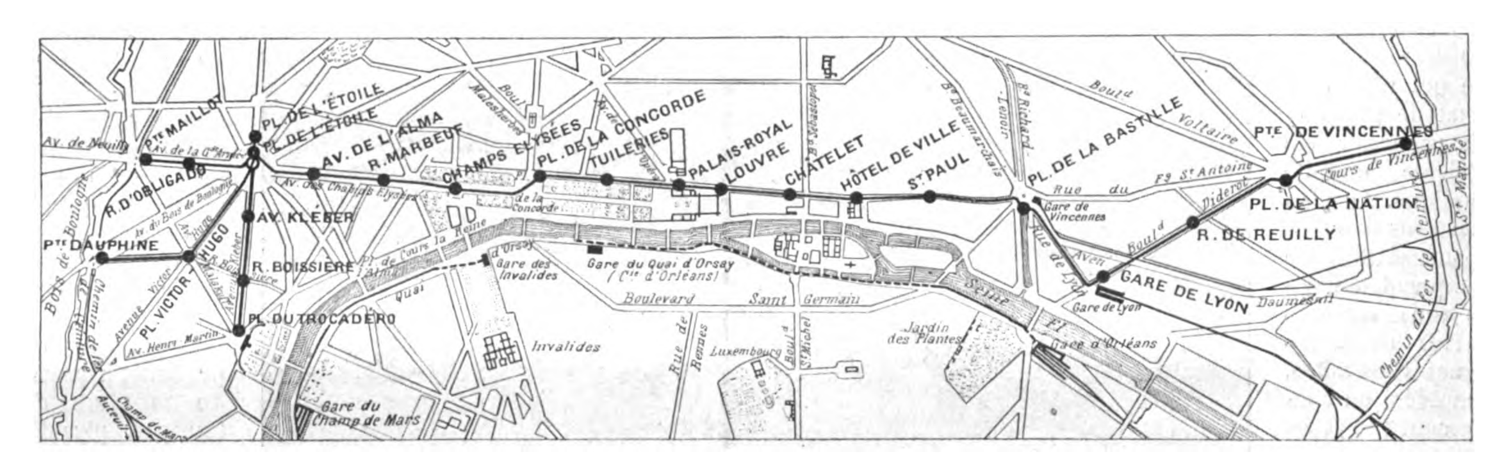



FIG. 9. — Plan général de la fraction du Métropolitain livrée à l'exploitation.

LIGNE I : *D'Auteuil à l'Opéra, par Grenelle.* — Boulevard Murat, rue Molitor, rue Mirabeau, traversée de la Seine en souterrain un peu en aval du pont Mirabeau, rue Frémicourt projetée, rue du Commerce, avenue La Motte-Picquet, Invalides, seconde traversée de la Seine en souterrain un peu en amont du pont Alexandre III, place de la Concorde, rue Royale, boulevard de la Madeleine et boulevard des Capucines.

En définitive, le réseau métropolitain concédé comprend :

1° Deux lignes transversales Est-Ouest (lignes A et C), situées entièrement sur la rive droite de la Seine ;

2° Une ligne circulaire (ligne B) formant en quelque sorte un nouveau chemin de fer de ceinture beaucoup moins éloigné du centre de la ville que celui qui se développe actuellement à l'intérieur des fortifications ;

3° Une ligne transversale Nord-Sud (ligne D), traversant entièrement la Ville dans sa partie centrale ;

4° Une seconde ligne transversale dans la partie médiane et orientale, formée par la ligne E et une partie de la ligne F ;

5° Enfin le raccordement, par la première partie de la ligne F, de cette seconde transversale à la place de la Nation, où passent les lignes A et B.

Quant aux deux lignes constituant le réseau non encore concédé, elles forment, abstraction faite du tronçon qui va du Palais-Royal à l'Opéra, une seule diagonale traversant Paris du Sud-Ouest au Nord-Est.

Il va sans dire que ces différentes lignes se raccordent entre elles aux divers points où elles se croisent, de sorte que d'un point quelconque du réseau on pourra aller en tout autre point sans quitter le Métropolitain, mais en changeant de train en certains endroits.

Les différentes lignes seront exécutées en suivant l'ordre alphabétique par lequel elles sont désignées. Cette construction se décomposera, au point de vue de la date de livraison au concessionnaire, date à partir de laquelle comptera la durée de 35 ans attribuée à la concession, en trois phases distinctes :

*1^re Phase.* — Construction des lignes A, B, C, soit un réseau de 42 kilomètres de longueur, qui devra être livré dans le délai maximum de huit ans après la date de la loi déclarative d'utilité publique, c'est-à-dire au plus tard le 30 mars 1906 ;

*2^e Phase.* — Construction des lignes D, E, F, dont la dernière partie devra être livrée cinq ans après le réseau ci-dessus, soit le 30 mars 1911 ;

*3^e Phase.* — Enfin, dans le cas où les lignes éventuelles H et I seraient exécutées, elles devront être livrées au concessionnaire dans les cinq ans qui suivront la remise de la dernière ligne du réseau définitivement concédé, soit le 30 mars 1916.

CONDITIONS GÉNÉRALES DU TRACÉ. — On trouvera les principaux renseignements intéressants sur les profils adoptés pour la voie courante et les stations, les courbes et déclivités, etc., dans la partie de cette étude consacrée à la description de la partie actuellement construite. Nous nous bornerons donc à donner ici quelques indications applicables à l'ensemble du réseau.

Les sujétions de toutes sortes que comporte le tracé ont naturellement conduit à réduire, autant que possible, les rayons des courbes. On a cherché à ne pas descendre au-dessous de 100 mètres ; cependant, dans certains cas, on a dû réduire ce rayon à 75 mètres et même, sur un point spécial de la ligne A, aux abords de la place de la Bastille, on a dû adopter un rayon de 50 mètres. Les courbes de sens contraire sont d'ailleurs toujours séparées par un alignement droit d'au moins 50 mètres, excepté dans le cas spécial ci-dessus où la longueur de cet alignement est réduite à 33^m 50.

Le maximum admis pour les pentes et rampes est de 0^m 04 par mètre, et un palier d'au moins 50 mètres de longueur est toujours intercalé entre deux déclivités de sens contraire.

L'ensemble du réseau ne comporte aucune traversée à niveau ; les différentes voies ne se croisent qu'en passant les unes au-dessus des autres.

Les stations sont toutes prévues en palier.

Ainsi que le montre l'examen de la planche XVII, les lignes sont le plus généralement établies en souterrain, quelquefois en tranchée ouverte et quelquefois même en viaduc. Voici, pour le réseau définitivement concédé, les proportions relatives de ces divers modes d'établissement de la voie :

| | | |
|---|---|---|
| Souterrain . . . . . . . . . . . . . . . | 0.701 | 1.000 |
| Viaduc. . . . . . . . . . . . . . . . . | 0.163 | |
| Tranchée. . . . . . . . . . . . . . . . | 0.136 | |

La voie sera constituée par des rails Vignole en acier, de 52 kilogr. par mètre courant et de 15 mètres de longueur.

Enfin, la traction se fera par l'électricité, et l'exploitation aura

(1) Sur le plan d'ensemble (pl. XVII), les lignes de ce réseau sont tracées en bleu.

lieu par trains de faibles longueurs, se succédant à des intervalles très rapprochés et pouvant atteindre une vitesse maximum de 36 kilomètres à l'heure.

Il serait prématuré de donner des indications plus précises pour l'ensemble du réseau. Disons seulement que les conditions d'établissement de la voie, des stations et du matériel d'exploitation seront semblables à celles adoptées pour la fraction du réseau actuellement exécutée et que nous allons maintenant décrire, à moins toutefois que l'expérience ne suggère quelques modifications utiles à y apporter.

### LIGNES ACTUELLEMENT EXÉCUTÉES

**Tracé.** — Nous avons dit que le Métropolitain serait construit en trois réseaux successifs et que le premier réseau à construire comprenait les lignes A, B et C, soit une longueur totale de 42 kilomètres.

La partie actuellement exécutée (fig. 9) n'est qu'une fraction de ce réseau ; elle ne comprend en entier que la ligne A, et, de plus, la fraction de la ligne B qui va de la place de l'Étoile au Trocadéro, et la fraction de la ligne C qui va de la place de l'Étoile à la porte Maillot, soit en tout une longueur de 14 kilomètres, en nombre rond.

Une étude plus approfondie des conditions de l'exploitation a conduit à modifier sensiblement les dispositions primitivement adoptées et indiquées ci-dessus :

La ligne directe A, partant de la porte de Vincennes et traversant Paris suivant la rue de Rivoli et les Champs-Élysées, au lieu d'aboutir à la porte Dauphine, aura son extrémité à la porte Maillot, en empruntant à cet effet, à partir de la place de l'Étoile, la partie correspondante de la ligne C (fig. 11 et 12).

Par contre, la fraction ainsi abandonnée de la ligne A, entre la porte Dauphine et la place de l'Étoile, formera plus tard l'origine de la ligne B (branche Nord). Partant de l'extrémité de l'avenue de Wagram, cette ligne traverse la place de l'Étoile, en passant par-dessous la ligne Vincennes - Porte Maillot, et s'engage sous l'avenue Victor-Hugo, puis sous l'avenue Bugeaud, jusqu'à l'avenue du Bois-de-Boulogne, à l'extrémité de laquelle elle se termine, près du Chemin de fer de Ceinture.

Quant au tronçon de la ligne circulaire B, qui se dirige vers le Sud, c'est-à-dire vers le Trocadéro, il forme, sous la place de l'Étoile, une boucle en forme de cœur, ou plutôt de poire, dont la base est au Nord, au débouché des avenues Hoche, Wagram et Mac-Mahon, et dont la pointe se trouve au débouché de l'avenue Kléber. Cette ligne comporte, sous la place de l'Étoile, une station juxtaposée à celle de la ligne Vincennes - Porte-Maillot.

La construction immédiate de ce tronçon de ligne a été exécutée, à la demande du Ministre du Commerce, en vue de desservir l'Exposition ; le restant de la ligne B ne sera entrepris que dans quelques mois.

Grâce à l'embranchement Étoile-Trocadéro et aux stations de la place de la Concorde et des Champs-Élysées, la partie de Métropolitain actuellement construite pourra apporter un appoint sérieux aux moyens d'accès à l'Exposition.

En outre, la ligne Vincennes-Étoile et prolongements traversant Paris dans sa partie la plus mouvementée et aboutissant aux deux grands parcs de la Ville, le bois de Vincennes et le bois de Boulogne, il n'est pas douteux qu'elle rendra de grands services à la population parisienne. Le raccordement avec le Chemin de fer de Ceinture, qui n'est éloigné que d'une quinzaine de mètres des stations Porte Maillot et Porte Dauphine, serait d'ailleurs assez difficile à réaliser à ces deux stations, quoique la différence de niveau entre les rails des deux réseaux ne soit que de 0m 79 à la première et de 2m 03 à la seconde.

Par contre, bien que cette différence de niveau atteigne 12m 50 à la Porte de Vincennes, le raccordement en ce point serait cependant relativement facile.

**Profils en long.** — Ainsi que le montrent les profils en long (fig. 1, 2 et 3, pl. XVIII), les trajets de la ligne et des tronçons de ligne déjà exécutés sont entièrement en souterrain. Seul, le passage du canal Saint-Martin, près de la place de la Bastille, est effectué en viaduc et à ciel ouvert.

En général, le souterrain est à une faible profondeur au-

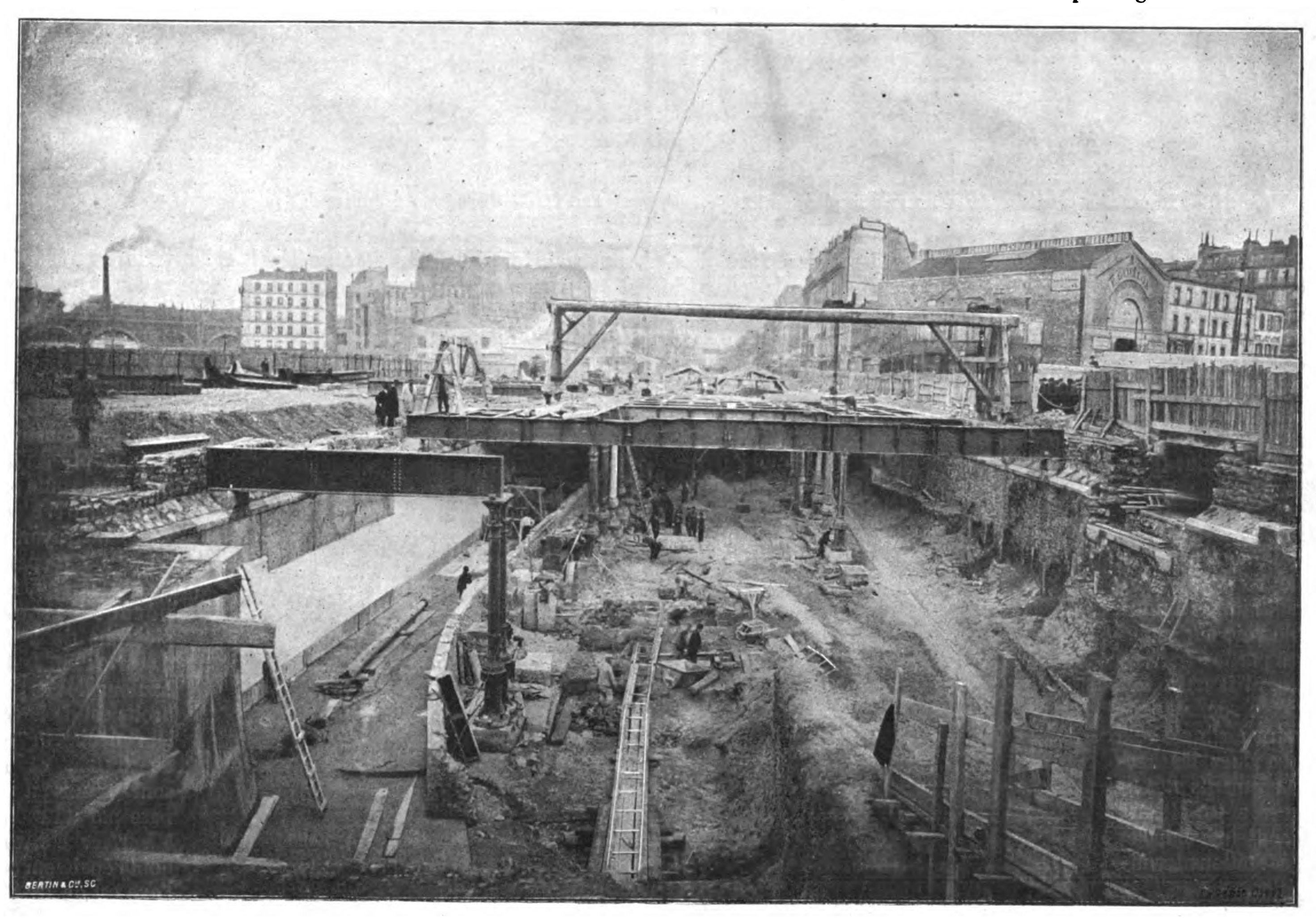


Fig. 10. — Le Métropolitain de Paris : Construction de la station double de la Gare de Lyon ; vue prise le 2 mars 1900.

dessous de la chaussée, mais la traversée en dessous du collecteur du boulevard de Sébastopol et de celui d'Asnières (place de la Concorde) a nécessité, en ces points, son enfoncement à une assez grande profondeur. On a ainsi été amené à faire usage des pentes et rampes maxima prévues, soit de $0^{m}04$ par mètre; de même au passage par-dessus le canal Saint-Martin.

D'autre part, l'embranchement Étoile-Porte Dauphine passant,

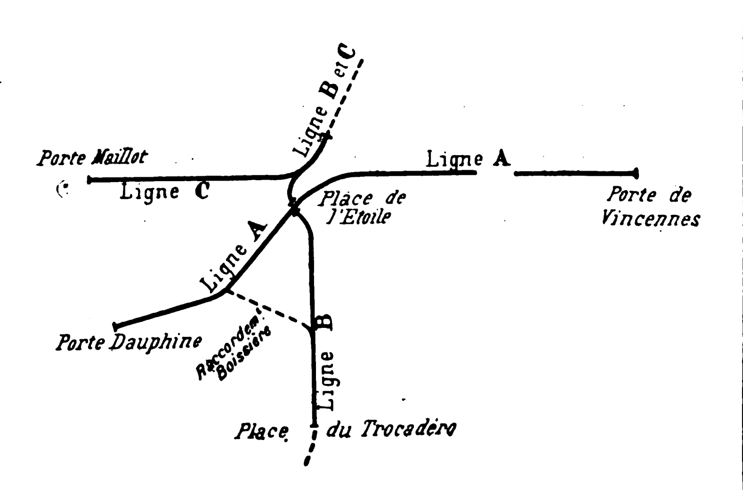



FIG. 11. — Disposition primitive des voies sous la place de l'Étoile.

comme nous l'avons dit, sous les voies des lignes Vincennes-Porte Maillot et Étoile-Trocadéro, la traversée de la place de l'Étoile par cet embranchement se fait également à une assez grande profondeur (16 mètres de différence de niveau entre le sol de la chaussée et le niveau des rails); cependant on a pu se dispenser ici de recourir à de très fortes déclivités pour ramener le souterrain à une faible profondeur sous l'avenue Victor-Hugo.

SOUTERRAINS EN VOIE COURANTE. — Le réseau métropolitain est à double voie sur toutes les parties normales, et il n'est fait usage de souterrains à simple voie que dans les raccordements des lignes entre elles et dans les boucles des stations terminales.

*Souterrains à deux voies.* — En voie courante, le type courant de souterrain à deux voies est constitué (fig. 4, pl. XVIII) par une voûte elliptique de $7^{m}10$ d'ouverture, $2^{m}07$ de montée et $0^{m}55$ d'épaisseur à la clef, supportée par des piédroits de $0^{m}75$ d'épaisseur et $2^{m}91$ de hauteur, réunis à la base par un radier en forme de voûte renversée de $0^{m}50$ d'épaisseur, dont le point le plus bas est à $0^{m}70$ au-dessous du niveau des rails, ce qui porte à $5^{m}20$ la hauteur totale dans l'axe de l'ouvrage.

Des niches de 2 mètres de hauteur au-dessus du rail, $1^{m}50$ de largeur et $0^{m}70$ de profondeur moyenne ont été ménagées dans les piédroits. Ces niches sont disposées en quinconce sur les deux côtés du souterrain et espacées de 25 mètres d'axe en axe.

L'intérieur du souterrain est revêtu d'un enduit continu de $0^{m}02$ d'épaisseur, en mortier de ciment de Wassy pour la voûte et en mortier de ciment de Portland pour les piédroits et le radier.

Dans les courbes de rayon inférieur à 100 mètres, le type de

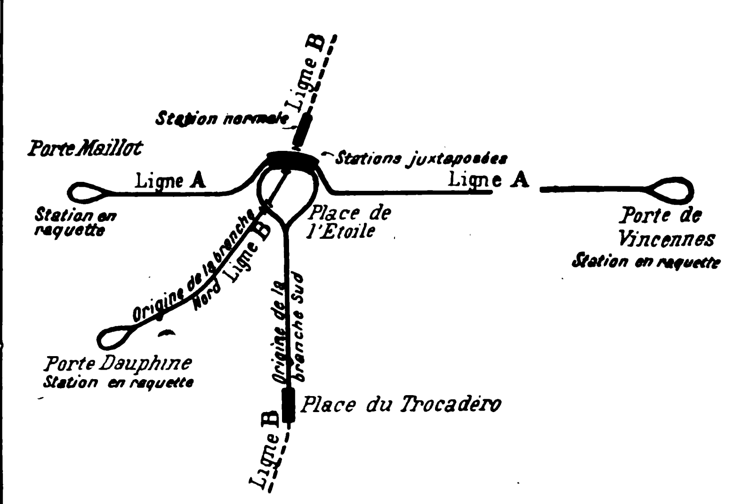



FIG. 12. — Disposition définitive des voies sous la place de l'Étoile.

souterrain ainsi défini a dû être élargi, et l'ouverture de la voûte a été portée à $7^{m}30$ pour les parties en courbes de 75 mètres de rayon et à $7^{m}46$ pour les parties dans lesquelles le rayon a été réduit à 50 mètres (fig. 5 et 6, pl. XVIII).

*Souterrain à voie unique.* — Le profil adopté pour les souterrains à une seule voie est constitué (fig. 7, pl. XVIII) par une voûte en plein-cintre de $2^{m}15$ de rayon et de $0^{m}50$ d'épaisseur à la clef, reposant sur des piédroits de $4^{m}30$ d'écartement. La hauteur de ces piédroits est de $2^{m}52$, leur épaisseur est de $0^{m}60$, et ils sont réunis à la base par un radier à surface convexe dont l'épaisseur sur l'axe est de $0^{m}475$ et un peu plus faible aux extrémités.

Dans les courbes de 30 mètres de rayon, le profil ci-dessus a été légèrement modifié pour faciliter l'inscription des véhicules, ainsi qu'on le voit sur la figure 8 (pl. XVIII).

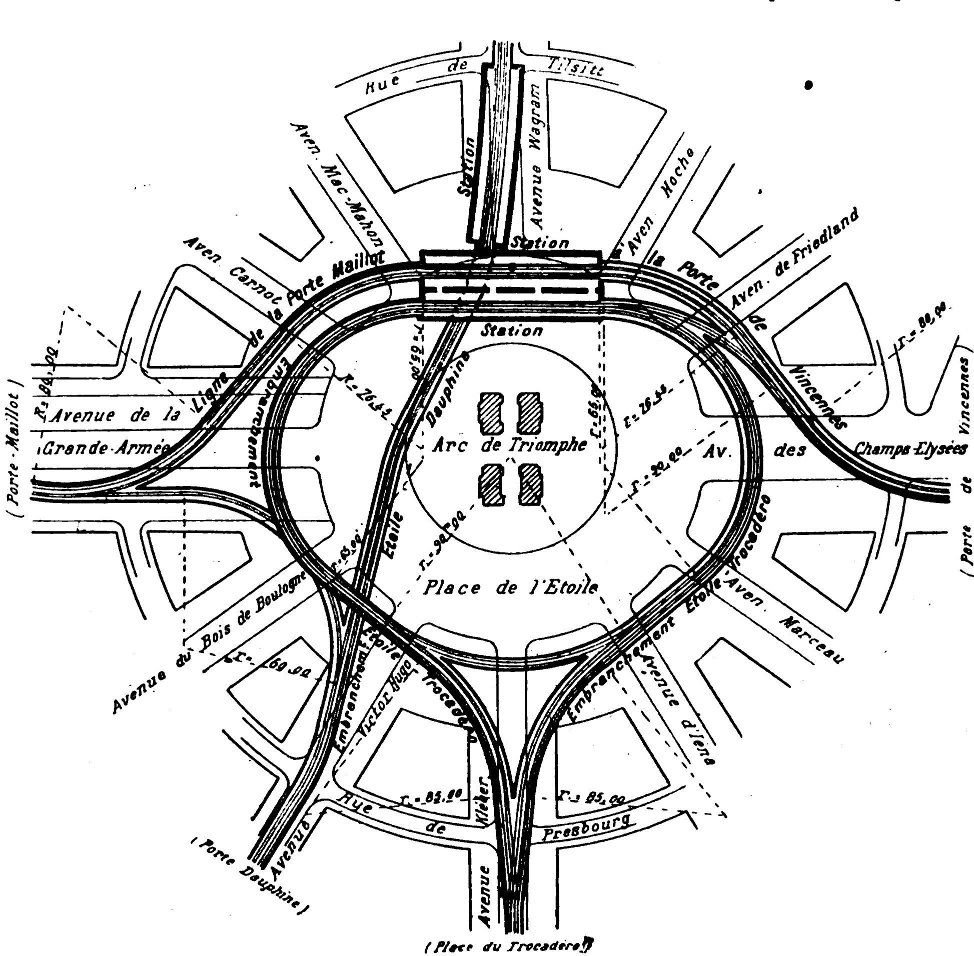



FIG. 13. — Plan des voies et des stations sous la place de l'Étoile.

VOIE COURANTE. — Ainsi que nous l'avons déjà signalé, la voie sera constituée par des rails Vignole en acier, de 52 kilogr. par mètre courant et de 15 mètres de longueur, posés à écartement intérieur de $1^{m}44$ sur des traverses en bois créosoté. Les principales dimensions de ces rails, dont la coupe est donnée sur la figure 10 (pl. XVIII), sont :

| | |
|---|---|
| Hauteur du rail | 0m150 |
| Largeur du champignon | 0m065 |
| Largeur du patin | 0m150 |
| Épaisseur de l'âme | 0m016 |

Les rails sont posés à joints alternés et soutenus, et chacun d'eux repose sur seize traverses, ayant en général 2m20 de longueur, espacées de 0m985, à l'exception des traverses contre-joints qui ne sont distantes que de 0m740 (fig. 9, pl. XVIII).

Tous les 3 mètres, des traverses de 2m50 supportent, par l'intermédiaire d'isolateurs, les rails conducteurs amenant le courant électrique aux voitures. Le retour du courant se fait par les rails de la voie qui, à cet effet, sont reliés électriquement entre eux, à chaque joint, par quatre conducteurs en cuivre rouge de 0m15 de diamètre.

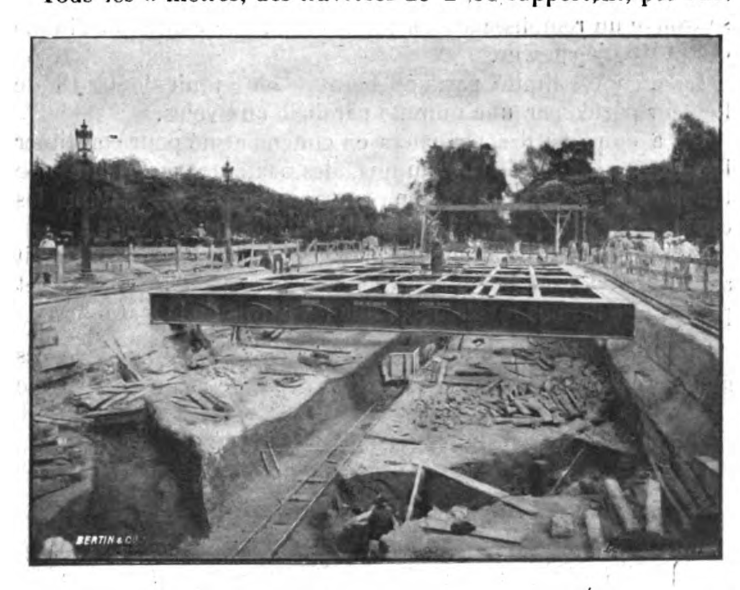


Fig. 14. — Construction de la station des Champs-Élysées; vue prise le 18 juin 1899.

Les rails reposent sur les traverses par l'intermédiaire de plaques d'appui de 0m242 de longueur, 0m130 de largeur et 0m014 d'épaisseur. Chaque rail est relié à la traverse par trois tire-fonds de 0m016 de diamètre et 0m160 de longueur.

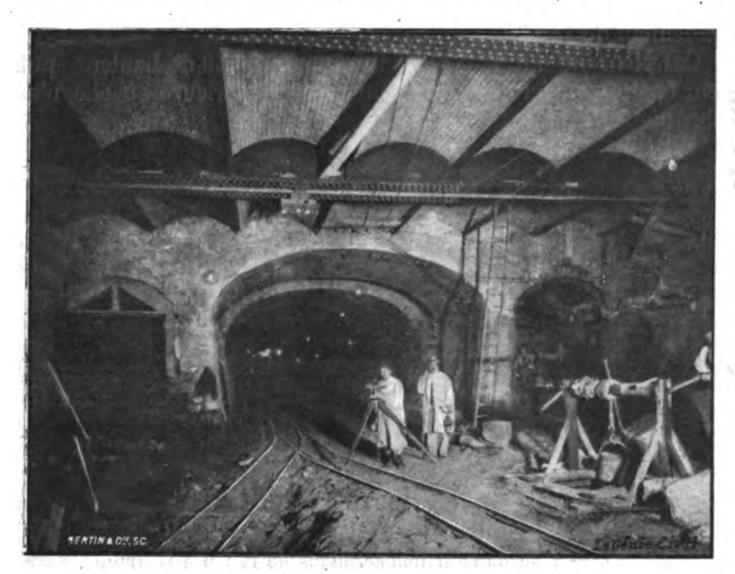


Fig. 15. — Construction de la station de l'Hôtel-de-Ville, vue prise le 11 juillet 1899.

Quant aux éclisses, qui ont 0m600 de longueur et 0m022 d'épaisseur, elles sont maintenues par quatre boulons de 0m025 de diamètre (fig. 10, pl. XVIII).

L'épaisseur du ballast varie de 0m58 à 0m17.

Stations. — Les stations de la partie du Métropolitain actuellement construite sont au nombre de 25, ainsi réparties :

| | |
|---|---|
| Ligne de la Porte de Vincennes à la Porte Maillot | 18 |
| Embranchement de la Place de l'Étoile à la Porte Dauphine | 3 |
| — — au Trocadéro | 4 |
| Total | 25 |

Toutefois ce nombre est réduit à 23 si l'on remarque que les trois stations de la place de l'Étoile ne forment en réalité qu'une seule station composée de trois parties distinctes.

Ces diverses stations ont été établies suivant cinq types différents selon les circonstances locales :

1° Partout où cela a été possible, on a construit des *stations voûtées* (fig. 1 à 5, pl XIX), c'est-à-dire dont le plafond est constitué par une voûte très surbaissée ;

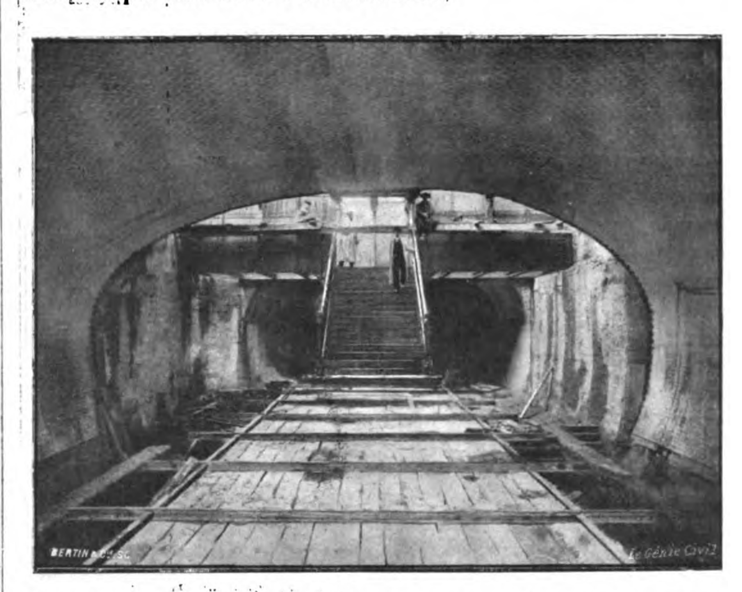


Fig. 16. — Construction des passerelles et escaliers de la station de la Porte Maillot; vue prise le 4 avril 1900.

2° Dans les parties où cette disposition aurait conduit à placer les rails au-dessous de la nappe aquifère, on a réduit la hauteur entre les rails et le niveau de la chaussée en construisant des stations à plancher métallique (fig. 6 à 12, pl. XIX) ;

3° Les *stations terminus*, au nombre de trois (fig. 18, 19 et 20), comportent chacune deux stations voûtées distinctes, destinées l'une au départ et l'autre à l'arrivée, et réunies par une galerie circulaire à une seule voie, ce qui leur a fait donner le nom de *stations en raquette* ;

4° La station de la Gare de Lyon est une *station double* qui servira plus tard à la ligne circulaire en même temps qu'à la ligne Porte de Vincennes-Porte Maillot; c'est une station à plancher métallique (fig. 21) ;

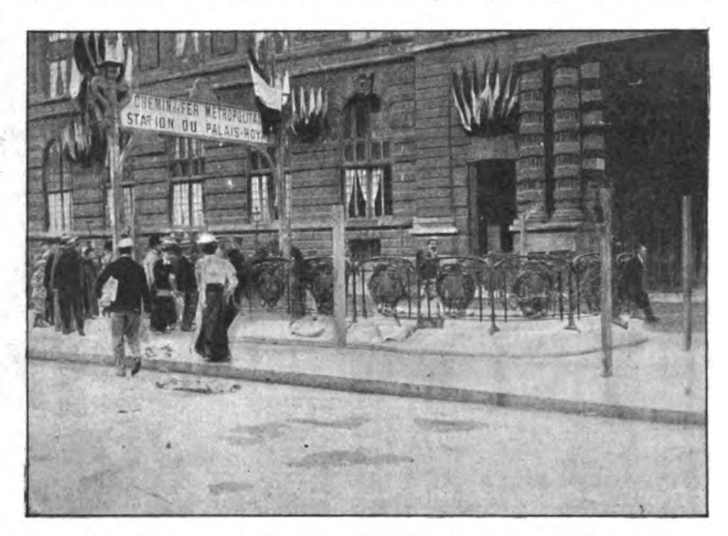



Fig. 17.— Entourage de l'escalier d'accès de la station du Palais-Royal; vue prise le 16 juillet 1900.

5° Enfin la station de la Bastille, sur le canal Saint-Martin, est une *station à ciel ouvert*, la seule de ce genre dans la partie du Métropolitain actuellement construite (fig. 5 et 23).

En comptant, comme nous l'avons fait plus haut, 25 stations, il y a une station à ciel ouvert, 7 stations à plancher métallique et 17 stations voûtées.

Le tableau suivant indique les noms de ces diverses stations, les types auxquels elles appartiennent et les distances qui existent

entre elles. Quant à leurs emplacements, ils ne sont que schématiquement indiqués sur la figure 13, mais ils le sont avec assez de précision sur la planche XVII.

TABLEAU DES STATIONS DE LA PARTIE TERMINÉE DU MÉTROPOLITAIN.

| NOMS DES STATIONS | TYPES DES STATIONS | DISTANCES |
|---|---|---|
| | | mètres |
| *1° Ligne de Vincennes à la porte Maillot.* | | |
| Porte de Vincennes | Voûtée. | 881,16 |
| Place de la Nation | — | 824.08 |
| Reuilly | — | 824,28 |
| Gare de Lyon | Plancher métallique. | 889.60 |
| Place de la Bastille | A ciel ouvert. | 761,48 |
| Saint-Paul | Voûtée. | 591,90 |
| Hôtel-de-Ville | Plancher métallique. | 570.03 |
| Châtelet | Voûtée. | 456.61 |
| Louvre | Plancher métallique. | 356,58 |
| Palais-Royal | — | 515.40 |
| Tuileries | — | 426,81 |
| Concorde | — | 810.03 |
| Champs-Élysées | — | 548,09 |
| Rue Marbeuf | Voûtée. | 550.14 |
| Avenue de l'Alma | — | 493.19 |
| Place de l'Étoile | — | 444,35 |
| Rue d'Obligado | — | 384.61 |
| Porte-Maillot | — | |
| *2° Embranchement de la place de l'Étoile à la porte Dauphine.* | | |
| Place de l'Étoile | Voûtée. | 961.04 |
| Place Victor-Hugo | — | 612.84 |
| Porte Dauphine | — | |
| *3° Embranchement de la place de l'Étoile au Trocadéro.* | | |
| Place de l'Étoile | Voûtée. | 488,85 |
| Avenue Kléber | — | 488.85 |
| Rue Boissière | — | 450,30 |
| Place du Trocadéro | — | |

Ajoutons enfin, avant de donner la description de chaque type, que, à part quelques cas spéciaux, toutes ces stations comportent des quais de 4 mètres de largeur et de 75 mètres de longueur. Dans les stations voûtées, la largeur maximum atteint $14^m 14$,

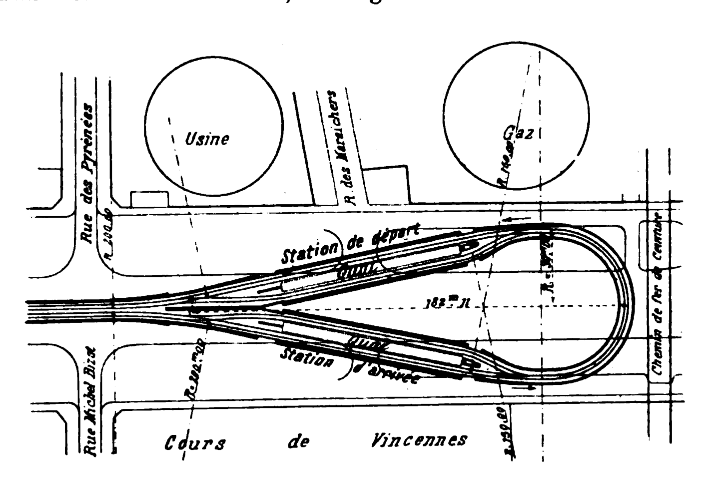



FIG. 18. — Plan de la station terminus de la Porte de Vincennes.

tandis que dans celles à plancher métallique, elle est réduite à $13^m 50$.

*Stations voûtées.* — Les stations voûtées (fig. 1 à 5, pl. XIX) sont formées par une voûte elliptique de $14^m 14$ d'ouverture et de $3^m 50$ de montée, se raccordant aux naissances avec une voûte renversée également elliptique qui constitue le radier et dont le demi-petit axe a $2^m 20$, ce qui donne une hauteur libre de $5^m 70$ entre les deux clefs de voûte. Les épaisseurs à la clef sont de $0^m 70$ pour la voûte supérieure et de $0^m 50$ pour la voûte inférieure ; l'épaisseur commune aux naissances est de 2 mètres.

La voûte formant radier est revêtue d'un enduit en ciment de Portland de $0^m 02$ d'épaisseur, tandis que la voûte supérieure est revêtue de briques émaillées ou de plaques d'opaline qui reflètent bien la lumière et constituent un décor gai et hygiénique.

Les quais à voyageurs ont 4 mètres de largeur et leur hauteur au-dessus du rail est de $0^m 95$, ce qui les place à environ $0^m 15$ au-dessous du plancher des voitures et rend très facile l'accès de ces dernières.

Ces quais sont supportés par des voûtelettes en briques reposant sur de petits murs établis sur le radier perpendiculairement aux voies et distants de $2^m 10$, d'axe en axe. Sur ces voûtelettes se trouve un remplissage en béton revêtu d'une couche de bitume de $0^m 015$ d'épaisseur.

Le quai est limité par une bordure en granit de $0^m 18$ de hauteur portée par une murette parallèle aux voies.

On a employé des planchers en ciment armé pour constituer les quais des stations terminus, des stations supérieures de l'Étoile et de la gare de Lyon, parce que dans ces stations les quais sont en encorbellement notable au-dessus des voies.

Le passage de la station au souterrain en voie courante se fait au moyen de murs pignons perpendiculaires à l'axe de la voie et portant les mêmes revêtements que les parois de la station.

*Stations à plancher métallique.* — La partie inférieure de ces stations (fig. 6 à 12, pl. XIX) est constituée de la même manière

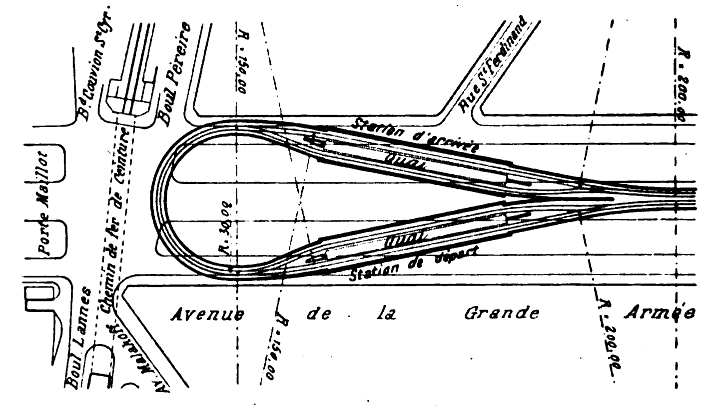



FIG. 19. — Plan de la station terminus de la Porte Maillot.

que dans les stations voûtées, mais leur partie supérieure est formée par un tablier métallique reposant sur des piédroits espacés seulement de $13^m 50$.

Ces piédroits ont $1^m 50$ d'épaisseur sur $3^m 50$ de hauteur, puis leur épaisseur décroît jusqu'à leur partie supérieure où elle n'est plus que de $1^m 15$.

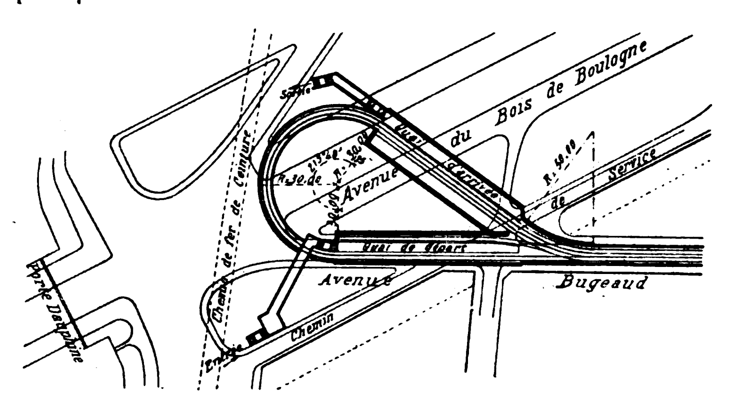



FIG. 20. — Plan de la station terminus de la Porte Dauphine.

Le plancher métallique est constitué par des poutres maîtresses normales à l'axe de la voie, qui supportent des longerons servant d'appui à des voûtelettes en briques. Les poutres maîtresses sont jumelées, à âme pleine et ont une hauteur de $1^m 02$.

Dans les stations à plancher métallique, le rail est à $4^m 70$ sous poutres et à $0^m 70$ au-dessus du point bas du radier.

*Stations terminus.* — Sur la demande de la Compagnie concessionnaire, les trois stations terminus : Porte de Vincennes, Porte Maillot et Porte Dauphine (fig. 18, 19 et 20) ont été établies suivant une disposition toute spéciale en forme de raquette, qui permet aux trains arrivants de repartir sans aucune manœuvre autre que celle de contourner la boucle de la raquette.

Un peu avant d'arriver aux quais à voyageurs, les deux voies se séparent, en obliquant chacune sur l'axe commun, et s'engagent dans des souterrains constituant, après un certain parcours, l'un la station d'arrivée et l'autre celle de départ. Ces deux souterrains sont reliés entre eux par un autre souterrain fermant la boucle ainsi ouverte et tracé suivant une courbe de 30 mètres de rayon, qui se raccorde tangentiellement avec les deux branches

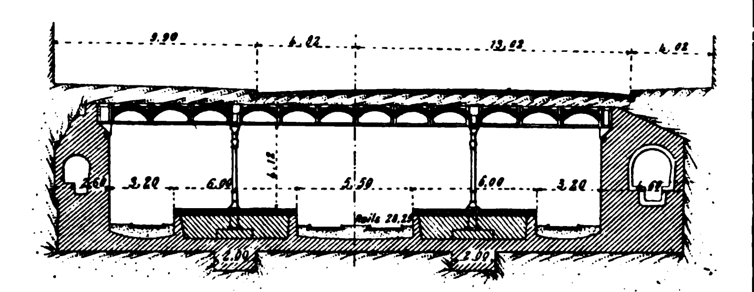


Fig. 21. — Coupe transversale de la station double de la Gare de Lyon.

de la raquette. L'emploi de ces courbes d'un rayon aussi réduit ne présente d'ailleurs pas d'inconvénient par suite de la faible vitesse avec laquelle doivent y circuler les trains.

Ces stations sont établies d'après un profil voûté, analogue à celui des stations courantes, mais un peu plus réduit. L'ouverture des voûtes n'est que de 11m 686 et leur montée de 3 mètres.

*Station de la Gare de Lyon.* — Cette station sera commune aux lignes A et B qui, depuis la place de la Nation, empruntent ensemble le boulevard Diderot jusqu'au carrefour de la rue de Lyon où elles se séparent. La disposition des voies et des quais de cette station (fig. 5, 17 et 45) est analogue à celle adoptée dans les voies du Chemin de fer de Ceinture, entre Courcelles et Passy, à la suite de l'adjonction de la nouvelle ligne de Courcelles-Champ-de-Mars. Il suffit, pour s'en rendre compte, de rapprocher la coupe transversale de la station de celle de la gare de Courcelles-Levallois, par exemple, qui a été donnée dans l'avant-dernier numéro du *Génie Civil* (1).

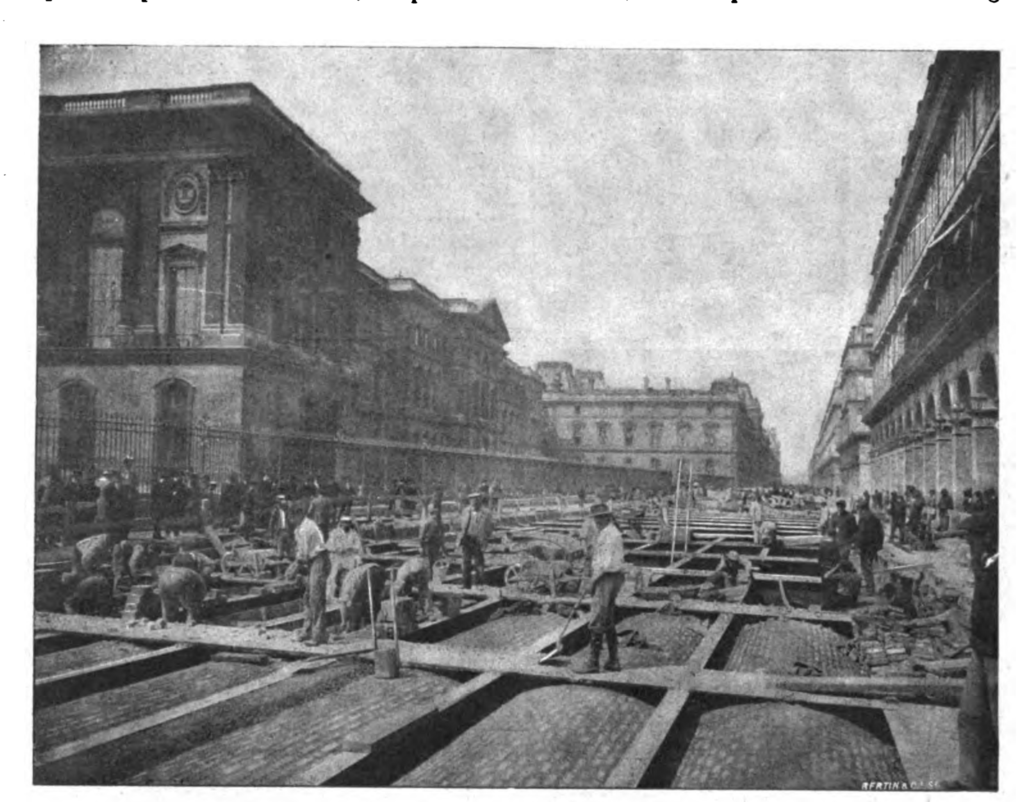


Fig. 22. — Le Métropolitain de Paris : Construction du plancher métallique de la station du Louvre; vue prise le 1er juin 1899.

La largeur totale entre piédroits de la station de la Gare de Lyon est de 23m 90. Les poutres maîtresses du plancher métallique qui la recouvre reposent à leurs extrémités sur les piédroits et sont supportées dans leur partie intermédiaire par deux files de colonnes jumelles placées dans l'axe des quais (fig. 10 et 21).

*Station de la Bastille.* — Le passage du canal Saint-Martin par la ligne métropolitaine se fait en viaduc et il a entraîné un élargissement de 40 mètres de la place de la Bastille, largeur qui a été prise sur le bassin de l'Arsenal (fig. 23).

Cette station a pu être établie à ciel ouvert et c'est la seule de ce genre dans la fraction de Métropolitain actuellement construite.



(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 10, p. 164, fig. 10.

*Accès des stations courantes.* — Dans les deux types courants de stations que nous venons de décrire, l'accès des quais à voya-

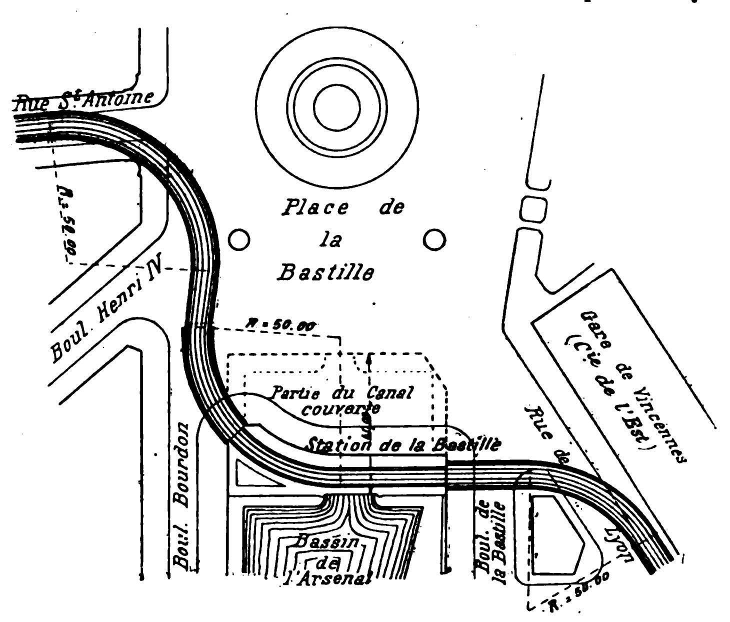



Fig. 23. — Plan des abords de la station de la Place de la Bastille.

geurs se fait par un escalier de 3 mètres à 3m 50 de largeur, partant de la voie publique et aboutissant d'abord à une salle souterraine, dans laquelle se trouvent les guichets pour la distribution des billets (fig. 1, 2, 3, 6, 7 et 8 pl. XIX).

A côté de ces guichets se trouve une bibliothèque dont le titulaire est tenu de faire gratuitement le change de la monnaie, les guichets n'acceptant que les prix exacts des places.

De cette salle, les voyageurs descendent, par un autre escalier de 2m 65 à 3 mètres de largeur, directement sur le quai, si ce quai se trouve du même côté que la salle par rapport aux voies, ou bien traversent les voies sur une passerelle qui les amène devant un autre escalier aboutissant au quai opposé. Ces passerelles et ces escaliers sont représentés sur les figures 2, 7 et 9 (pl. XIX).

Il faut remarquer à ce sujet que, contrairement à ce qui a lieu habituellement dans les chemins de fer, les trains du Métropolitain circulent de telle sorte qu'ils s'éloignent sur la voie de droite et se rapprochent sur la voie de gauche, et cela quels que soient le point et la direction envisagés. Il en résulte que les quais donnant accès aux trains sont placés à la droite de ce dernier, au lieu d'être à gauche comme dans les chemins de fer ordinaires. On pourrait craindre que cette méthode d'exploitation ne soit de nature à dérouter le public, mais cela est cependant peu probable car c'est, en somme, de cette manière que les tramways sont généralement exploités.

En général, les escaliers débouchent sur les quais dans les murs pignons (fig. 10, pl. XIX), mais quelquefois ils y aboutis-

sent par une pénétration à travers les culées (fig. 5, pl. XIX).

Les stations terminus ou en raquette, composées de deux parties indépendantes, sont naturellement desservies par deux accès indépendants, l'un pour le départ et l'autre pour l'arrivée, situés chacun au-dessus de l'une des branches de la raquette.

Dans les stations du centre, c'est-à-dire depuis l'Hôtel de Ville jusqu'à la station de l'avenue de l'Alma, l'accès de l'escalier, béant dans les trottoirs ou les refuges de la voie publique, sera

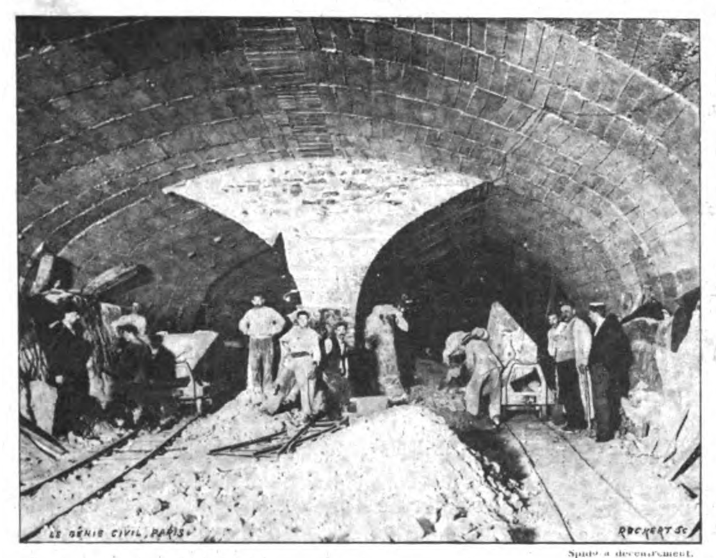


Fig. 24. — Bifurcation des galeries de la station de la Porte Maillot; vue prise le 8 septembre 1899.

simplement entouré d'un garde-corps en fer non encore complètement posé, mais dont la figure 24 donne une idée.

Dans les autres stations, chacun des escaliers d'accès sera recouvert, à son débouché sur le sol, par un petit édicule.

Ces entourages et ces édicules ont été spécialement étudiés par M. Guimard, architecte.

La figure 17 montre l'entourage de l'escalier de la station du Palais-Royal, au moment où on vient de le peindre et où il est, par suite, encore entouré lui-même d'une barrière en fils de fer.

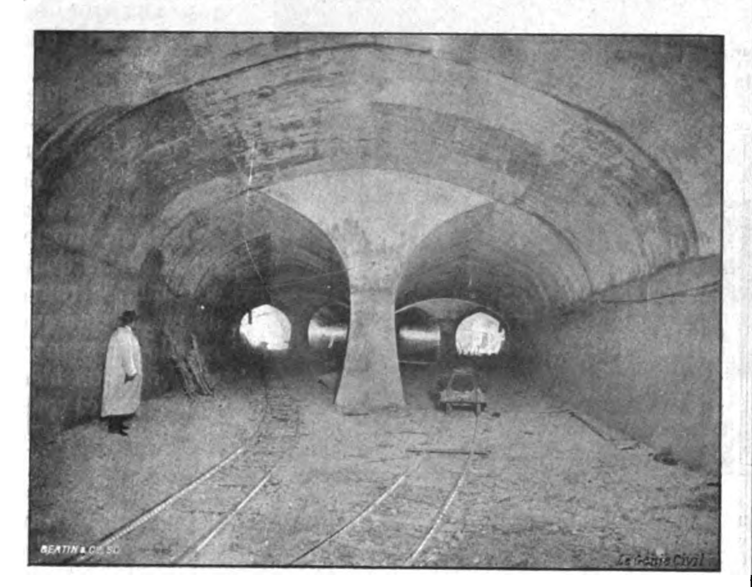


Fig. 25. — Bifurcation des galeries de la station de la Porte Maillot; vue prise le 24 février 1900.

A la station de la Porte de Vincennes, les accès sont situés chacun sur l'un des plateaux plantés du cours de Vincennes; celui du côté Nord est réservé au départ et celui du côté Sud à l'arrivée.

A la station de la Porte Maillot, l'accès situé du côté Sud est destiné à l'arrivée et celui du côté Nord au départ.

Enfin, à la station de la Porte Dauphine, l'accès de l'arrivée est celui situé du côté Sud, et celui destiné au départ, du côté Nord.

On étudie actuellement le moyen d'établir des communications directes entre ces deux dernières stations du Métropolitain et les stations correspondantes du Chemin de fer de Ceinture, ce qui paraît facile étant donné que la distance en plan n'est que d'une quinzaine de mètres et la différence de niveau de 0m 79 et 2m 03, comme il a été dit plus haut. Il ne s'agit d'ailleurs, quant à présent, que d'un raccordement entre les quais et non de relier les voies entre elles.

A la station de la Place de l'Étoile, le même accès sert pour les trois stations qui se trouvent en ce point. Il est situé sur le plateau compris entre l'avenue de Wagram et l'avenue Mac-Mahon et comprend un escalier et un ascenseur, ce dernier spécialement affecté à la station inférieure (Étoile-Porte Dauphine).

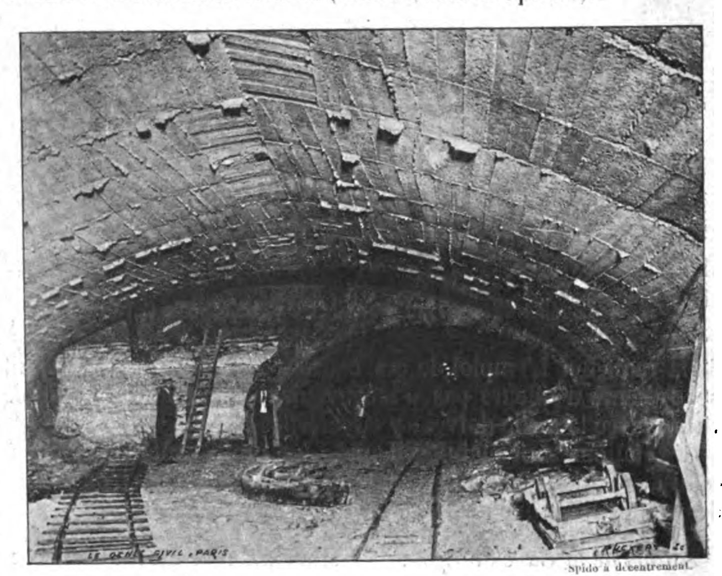


Fig. 26. — Ouvrages de raccordement des 8e et 11e lots; vue prise le 8 septembre 1899.

Éclairage du souterrain et des stations. — Non seulement les voitures sont elles-mêmes brillamment éclairées, ainsi que nous le verrons plus loin, mais le souterrain entier est également éclairé par des lampes à incandescence. Ces lampes sont disposées en quinconces et espacées de 12m50, sur une longueur de 75 mètres de part et d'autre de chaque station, et de 25 mètres dans les autres parties du parcours, de sorte qu'une lampe se trouve au droit de chacune des niches ménagées dans les parois du souterrain. Dans les stations voûtées, chaque quai est éclairé

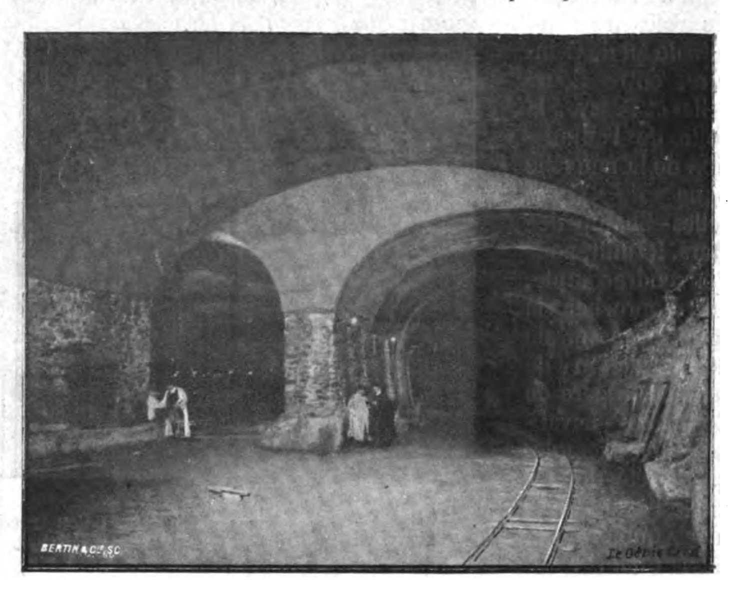


Fig. 27. — Ouvrages de raccordement des 8e et 11e lots; vue prise le 19 février 1900.

par une rangée de lampes à incandescence, distantes seulement de 4 mètres. Cet éclairage est complété par de puissantes lampes à arc dans les stations à plancher métallique dont le plafond diffuse moins bien la lumière.

Cet éclairage, en quelque sorte intensif, de la voie courante et des stations, combiné avec celui des voitures, fait presque disparaître la tristesse du voyage en souterrain et sera vivement apprécié. Pendant les longues soirées d'hiver les trajets en Métropolitain seront, en somme, grâce à cet éclairage, plus agréables que ceux en tramways ou en omnibus, dont l'éclairage est, en général, si défectueux que la lecture y est le plus souvent presque impossible.

**Prix de revient et mode d'exécution des travaux.** — *Travaux préparatoires.* — La construction de la partie du Métropolitain actuellement livrée à l'exploitation a nécessité tout d'abord certains travaux préparatoires destinés à permettre au sous-sol de recevoir les nouveaux ouvrages et à en faciliter l'exécution. Ces travaux, qui comprennent trois groupes d'opérations, ont été précédemment décrits dans le *Génie Civil* (1) et nous nous bornerons ici à rappeler en quoi ils ont consisté :

1° On a établi des galeries souterraines reliant à la Seine le tracé du chemin de fer, de façon à servir à l'évacuation des déblais et à l'approvisionnement des matériaux. Ces galeries, au nombre de quatre, relient la Seine à la rue de Rivoli, par les rues Lobau et du Louvre, et aux Champs-Élysées, par la place de la Concorde et l'avenue d'Antin. Leur longueur varie de 212 à 436 mètres, et elles ont 2m50 de hauteur et 2m50 ou 3 mètres de largeur ;

2° La nécessité de laisser libre le sous-sol de la rue de Rivoli pour recevoir le Métropolitain, a exigé la suppression de l'égout collecteur qui suivait autrefois cette rue. Il en est résulté l'obligation de construire de nouveaux égouts pour le remplacer ;

3° Enfin, les diverses modifications apportées dans le réseau d'égouts ont entraîné, comme conséquence, un remaniement assez important des conduites de distribution d'eau, généralement logées dans les égouts.

Les dépenses occasionnées par ces divers travaux ont été les suivantes :

| | |
|---|---|
| Galeries d'évacuation des déblais . . . . .Fr. | 400 000 |
| Déviation d'égouts . . . . . . . . . . . . . . | 3 841 000 |
| Déviations de conduites d'eau . . . . . . . . | 800 000 |
| Total . . .Fr. | 5 041 000 |

*Travaux du chemin de fer proprement dit.* — L'ensemble des travaux du Métropolitain a été divisé en 11 lots, dont 8 sur la ligne principale, Porte de Vincennes-Porte Maillot, 2 sur l'embranchement de l'Étoile-Porte Dauphine et 1 sur l'embranchement Étoile-Trocadéro. Le premier de ces lots a été exécuté en régie, par la Ville de Paris, et les dix autres par des entrepreneurs, à la suite d'adjudications ou de marchés de gré à gré. Les

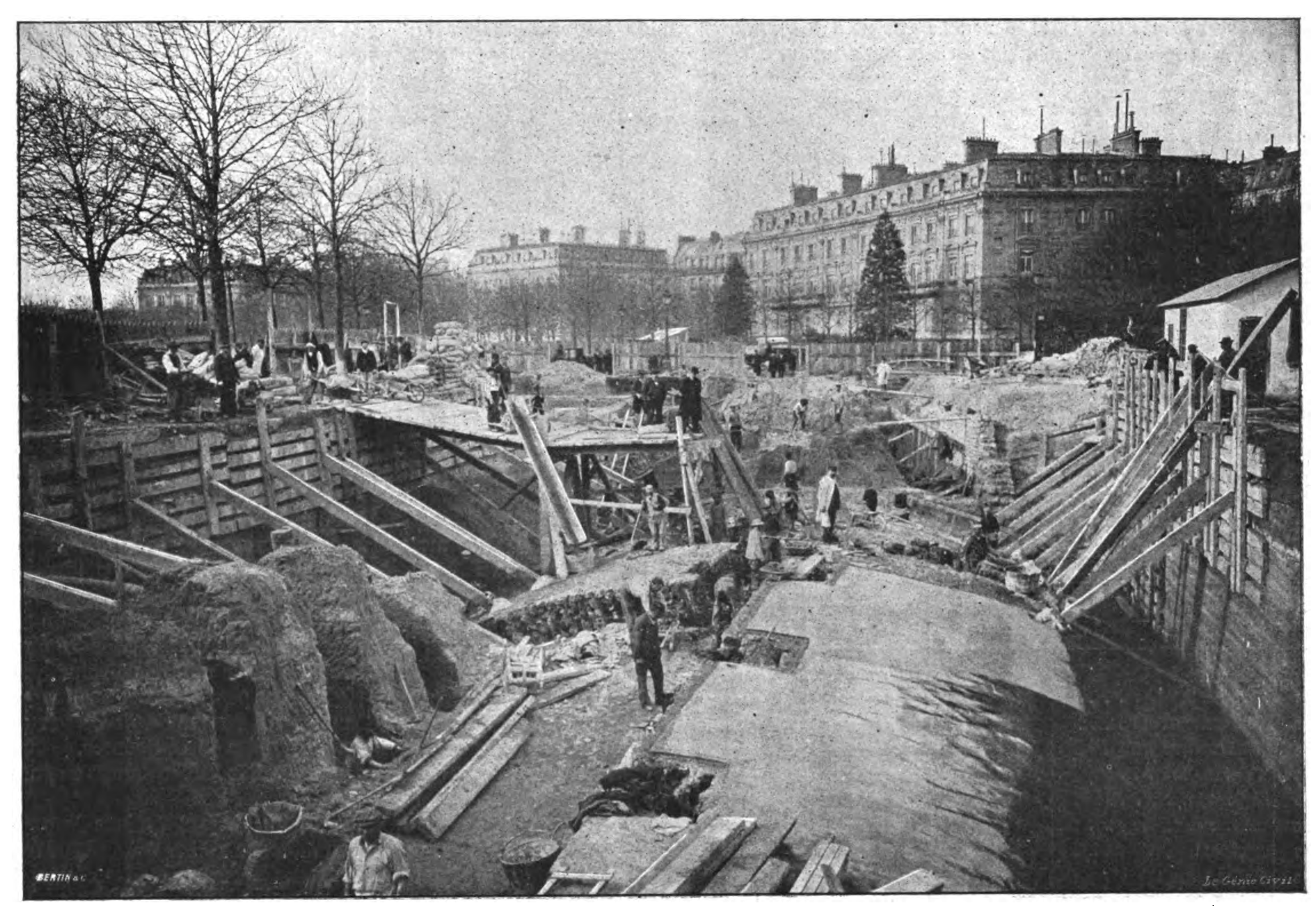


Fig. 28. — Le Métropolitain de Paris : Construction de l'une des voûtes de la sous-station électrique de la Place de l'Étoile ; vue prise le 24 février 1900.

emplacements et les longueurs de ces lots sont indiqués dans le tableau suivant :

| Nos des Lots | EMPLACEMENT DES LOTS | LONGUEUR |
|---|---|---|
| | | mètres |
| 1 | De la Porte de Vincennes à la station de la Rue de Reuilly, exclusivement . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 795,27 |
| 2 | De la station de Reuilly, inclusivement, à la rue Lacuée . . . | 1 335,32 |
| 3 | De la rue Lacuée à la station Saint-Paul, exclusivement . . . | 1 138,05 |
| 4 | De la station Saint-Paul, inclusivement, à la station du Châtelet, exclusivement . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 159,30 |
| 5 | De la station du Châtelet, inclusivement, à la station des Tuileries, exclusivement. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 326,50 |
| 6 | De la station des Tuileries, inclusivement, à la station des Champs-Élysées, exclusivement. . . . . . . . . . . . . . | 1 246,50 |
| 7 | De la station des Champs-Élysées, inclusivement, à la station de l'Avenue de l'Alma, inclusivement . . . . . . . . . . | 1 166 » |
| 8 | De la station de l'Avenue de l'Alma, exclusivement, à la Porte Maillot . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 399,69 |
| 9 | De l'Avenue de Wagram à la station Place Victor-Hugo, exclusivement . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 085,90 |
| 10 | De la station Place Victor-Hugo, inclusivement, à la Porte Dauphine . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 745,39 |
| 11 | De la Place de l'Étoile au Trocadéro . . . . . . . . . . . . . | 1 561,38 |
| | Longueur totale. . . . . . . . . . | 13 959,90 |

La figure 29 montre les positions respectives des 11 lots, ainsi que la division en trois sections des travaux exécutés : section de l'Est, section du Centre et section de l'Ouest. A la tête de chacune de ces sections, sous la haute direction de M. l'Ingénieur en chef Bienvenüe, et de M. Biette, Ingénieur en chef-adjoint, se trouvait un Ingénieur spécial : M. Briotet pour la

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 13, p. 205.

**

section de l'Est, M. Locherer pour la section du Centre et M. Pollet pour la section de l'Ouest.

Le volume des déblais à extraire s'est élevé à 850 000 mètres cubes et celui des maçonneries à 310 000 mètres cubes. Le poids du métal employé : fer, fonte et acier, a atteint 3 600 tonnes.

Tous ces chiffres ne s'appliquent qu'aux seuls travaux d'infrastructure, la pose de la voie, les installations des stations, etc., étant, ainsi que nous l'avons déjà dit, à la charge du concessionnaire chargé de l'exploitation.

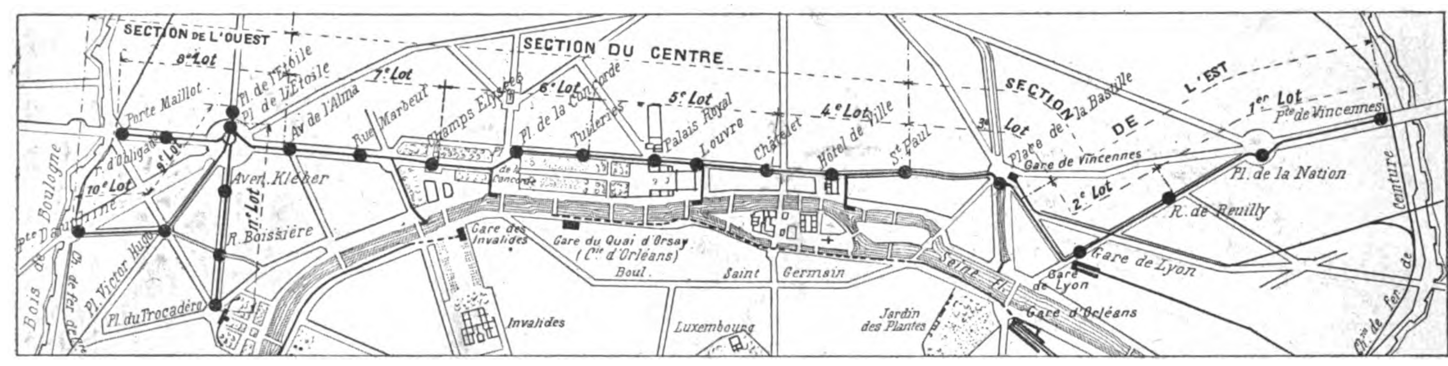



FIG. 29. — Plan de situation des lots et des sections de travaux.

*Tableau des prix d'évaluation des différents lots.*

| Nos des Lots | NOMS DES ENTREPRENEURS | LONGUEUR DES LOTS | DÉPENSE TOTALE | DÉPENSE par mètre courant |
|---|---|---|---|---|
| | | mètres | francs | francs |
| 1 | Régie par la Ville. . . . . . | 1 795,27 | 2 780 000 | 1 545 |
| 2 | Dioudonnat (B. et P.) . . . . | 1 335,32 | 3 455 000 | 2 585 |
| 3 | Dioudonnat (Joseph). . . . . | 1 138,05 | 2 498 000 | 2 195 |
| 4 | Weber (L.-E.) . . . . . . . . | 1 159,50 | 2 250 500 | 1 940 |
| 5 | Roche (Ad.). . . . . . . . . | 1 326,50 | 2 270 500 | 1 710 |
| 6 | Lamarre et Sentou . . . . . | 1 246,50 | 2 539 500 | 2 035 |
| 7 | Id. . . . . . | 1 166 » | 1 951 500 | 1 673 |
| 8 | Bénière et Coulange . . . . . | 1 399,60 | 2 730 000 | 1 950 |
| 9 | Bonnet. . . . . . . . . . . | 1 085,90 | 1 580 000 | 1 455 |
| 10 | Radenac (G.-A.). . . . . . . | 745,59 | 1 500 000 | 2 010 |
| 11 | Bénière et Coulange . . . . . | 1 561,58 | 2 800 000 | 1 790 |
| | TOTAUX ET MOYENNE. . . | 13 959,90 | 26 355 000 | 1 888 |

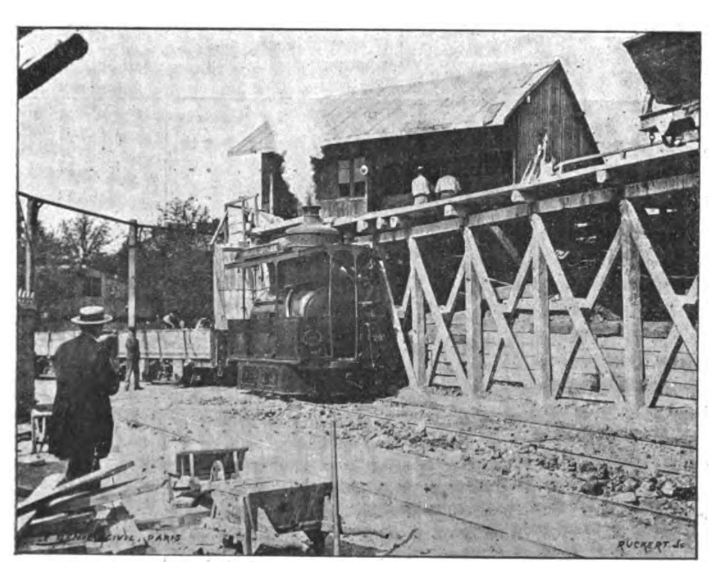


FIG. 30. — Puits d'extraction du 9e lot, sur la place de l'Étoile ; vue prise le 8 septembre 1899.

Le tableau ci-dessus indique le nom des entrepreneurs, la longueur, la dépense totale et la dépense par mètre courant de chaque lot, non compris les frais de surveillance et travaux imprévus.

Les chiffres de la dernière colonne sont particulièrement intéressants à comparer entre eux, car ils montrent bien que c'est dans la partie centrale, c'est-à-dire dans celle où par suite des sujétions de toutes sortes, les travaux ont été les plus difficiles, que la dépense par unité de longueur a été la plus élevée.

A ce sujet, nous ferons remarquer que l'évaluation des dépenses avait été faite avec une telle précision, on pourrait même dire avec une telle rigueur, que les adjudications n'ont donné lieu qu'à de très faibles rabais. Les cinq premiers lots n'ont même pas trouvé de soumissionnaires lors de la première adjudication et ils ont été exécutés : le premier, en régie, par la Ville de Paris, et les quatre suivants à la suite de marchés de gré à gré, sans aucun rabais. Quant aux six autres lots, ils ont été adjugés avec des rabais variant de 0,20 °/o (10e lot) à 0,25 °/o (7e lot).

Cette constatation montre la connaissance parfaite qu'ont les Ingénieurs de la Ville de Paris des prix de revient des travaux qu'ils projettent. Elle permet d'espérer que la dépense totale prévue pour la construction de l'ensemble du réseau Métropolitain ne sera pas dépassée et qu'il n'y a pas de mécomptes à craindre à ce sujet. Toutefois on peut également penser que des évaluations aussi précises et aussi serrées ne laissent peut-être pas une marge suffisante à l'imprévu et qu'il ne serait pas mauvais de laisser possible la production de rabais capables de compenser, le cas échéant, les dépenses occasionnées par des circonstances impossibles à prévoir.

Dans le cas présent, la somme à laquelle sont évalués les travaux imprévus et les frais de surveillance s'élève à 4 145 000 fr., ce qui porte le total des travaux prévus et imprévus à 30 500 000 francs.

*Organisation et personnel.* — Les frais d'organisation (personnel et frais de surveillance) sont évalués à 500 000 francs et ceux relatifs au personnel de direction et de surveillance à 900 000 francs, soit en tout 1 400 000 francs.

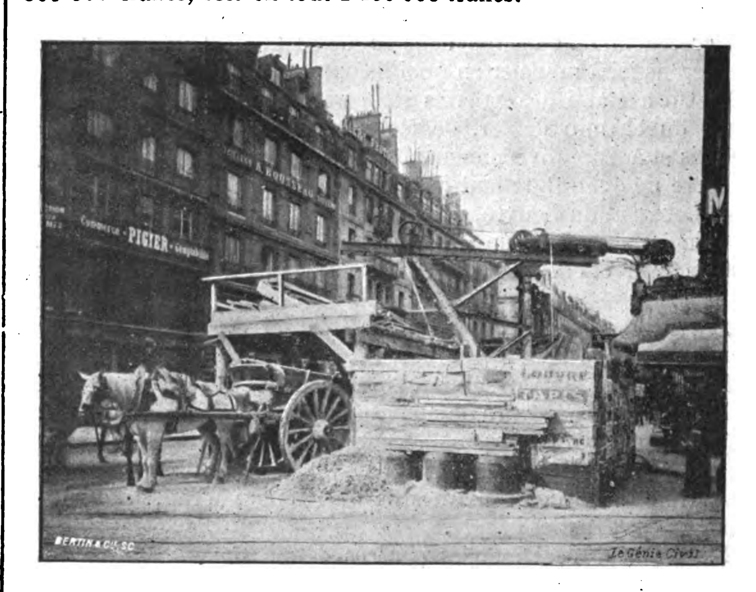
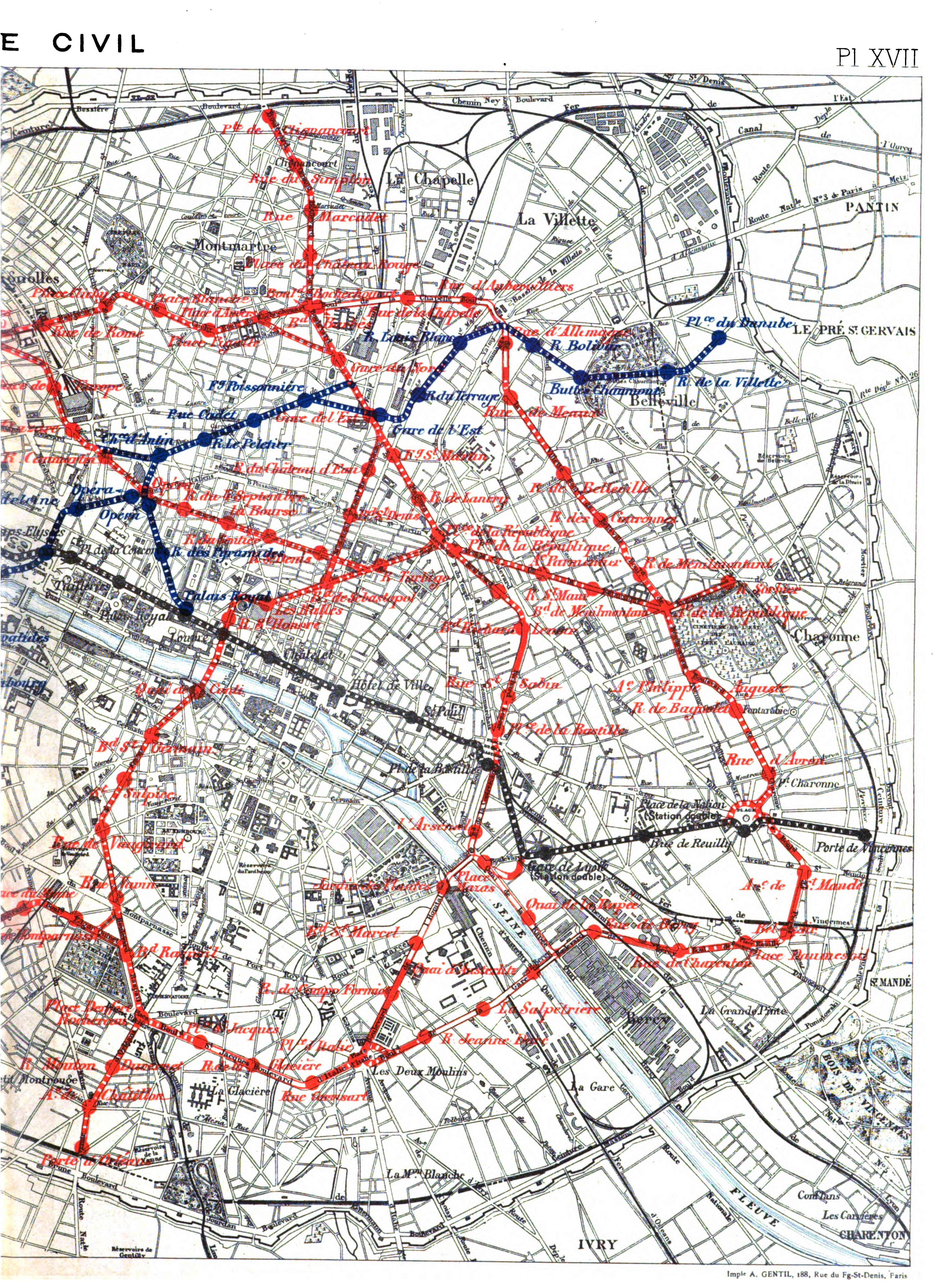


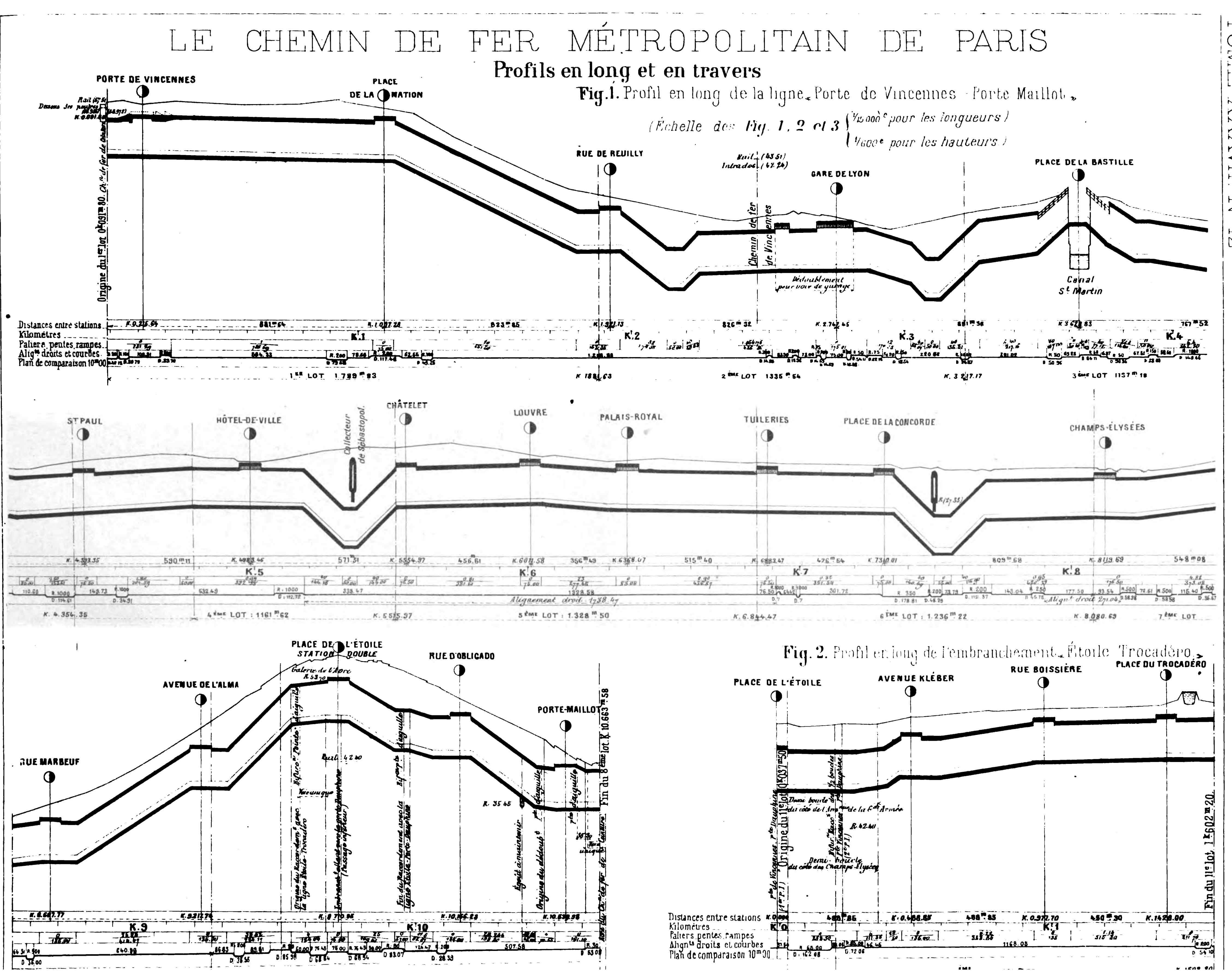

FIG. 31. — Puits d'extraction avec ascenseur hydro-électrique installé à l'angle des rues des Halles et de Rivoli ; vue prise le 13 novembre 1899.

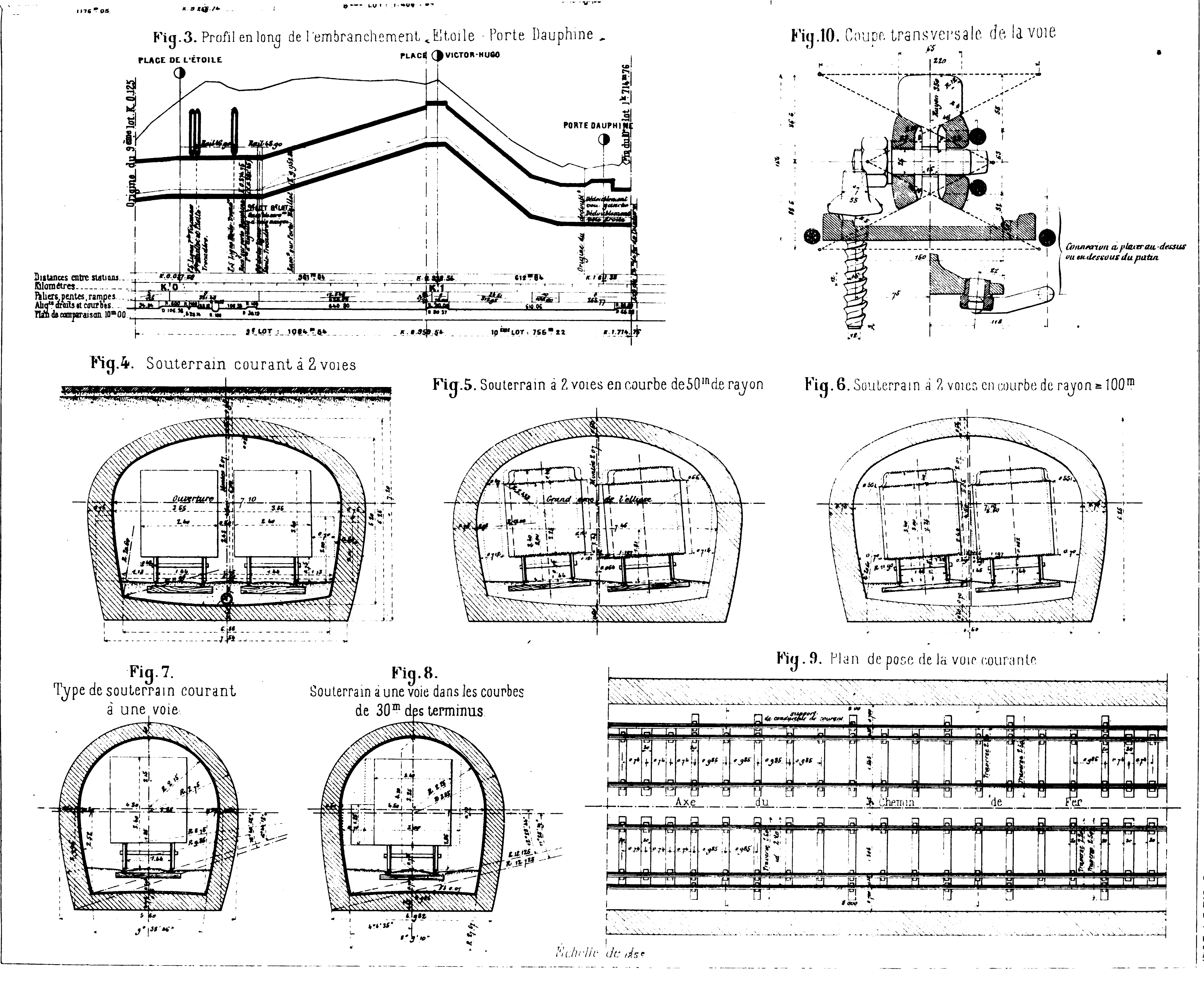
*Dépense totale.* — La dépense totale occasionnée par l'infrastructure de la partie de Métropolitain exécutée est donc évaluée à 36 941 000 francs se décomposant ainsi :

| | | |
|---|---|---|
| Travaux préparatoires. . . . . . . . . . | Fr. | 5 041 000 |
| Travaux du chemin de fer proprement dit. . . | | 26 355 000 |
| Organisation et personnel de surveillance. . . | | 1 400 000 |
| TOTAL. . . | Fr. | 36 941 000 |

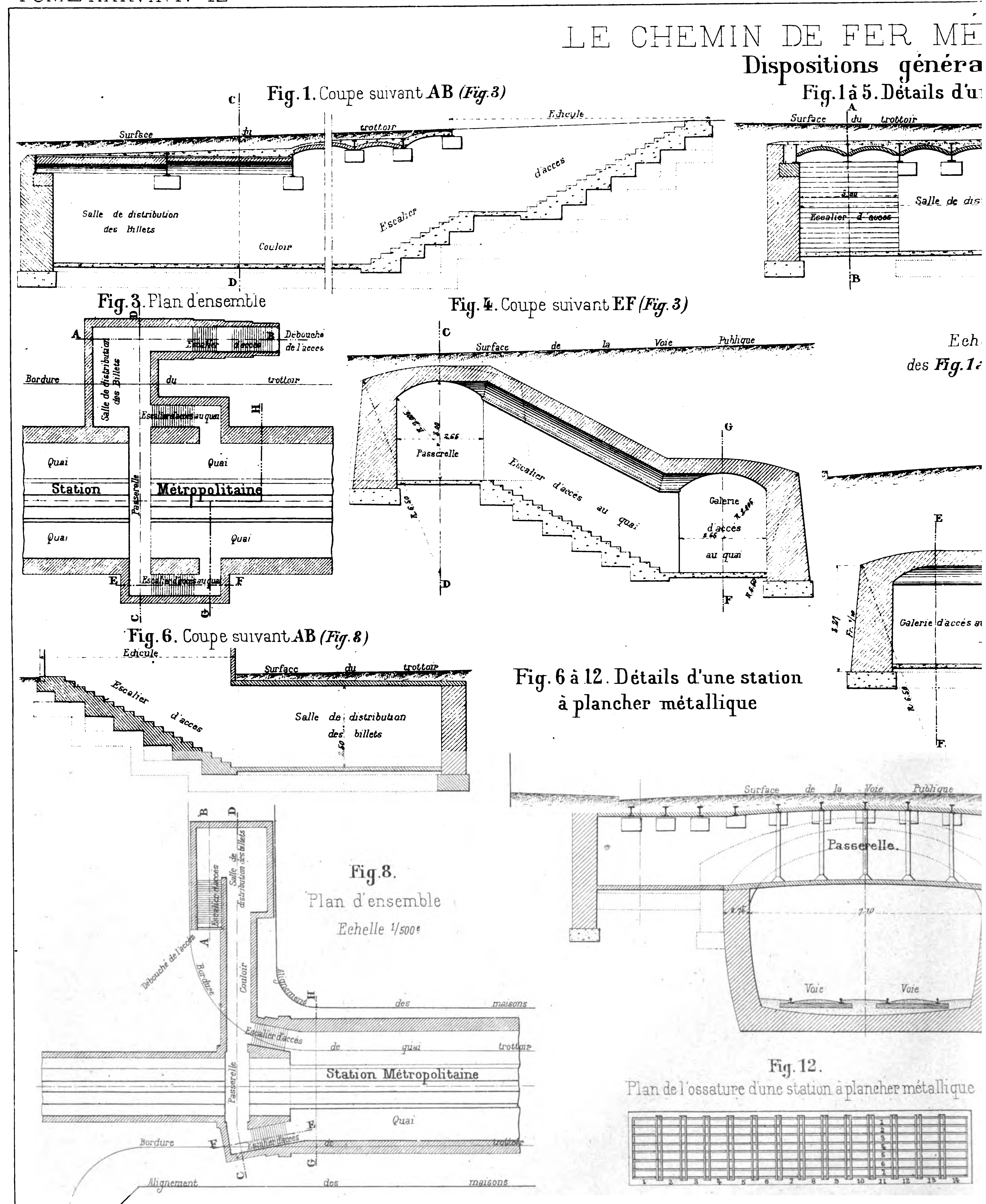

LE CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN
DE PARIS
Réseau construit
Réseau concédé
Lignes additionnelles
Souterrain
Tranchée
Viaduc
Station
PUTEAUX
SURESNES
BOULOGNE
Billancourt
SÈVRES
Bellevue
Bas Meudon
ISSY
VANVES
MALAKOFF
La Nouvelle Californie
Vaugirard
Grenelle
Auteuil
Passy
LEVALLOIS PERRET
Levallois
Courcelles
Champerret
Sablonville
Madrid
Les Ternes
Place de l'Étoile
(Station double)
Place Victor Hugo
Pl. du Trocadéro
Av. de Versailles
Le Point du Jour
SEINE
FLEUVE
Vaugirard


E CIVIL
Pl XVII
Pte de Clignancourt
Clignancourt
Rue du Simplon
La Chapelle
La Villette
PANTIN
Rue Marcadet
Montmartre
Place du Château Rouge
Place Clichy
Place Blanche
Bd Rochechouart
Rue d'Aubervilliers
Rue de la Chapelle
Rue de Rome
Place Pigalle
R. Louis Blanc
Rue d'Allemagne
R. Bolivar
Plce du Danube
LE PRÉ ST GERVAIS
Gare du Nord
Rue de l'Europe
Fg Poissonnière
R. du Terrage
Buttes Chaumont
R. de la Villette
Belleville
Rue Cadet
Gare de l'Est
Rue de Meaux
R. Le Peletier
R. du Château d'Eau
Opéra
R. de Belleville
R. de la Bourse
R. des Couronnes
R. des Pyramides
Pl. de la Concorde
R. de Ménilmontant
Palais Royal
Bd de Sébastopol
R. Sorbier
Les Halles
R. St Honoré
R. St Maur
Bd de Ménilmontant
Ple de la République
Charonne
Louvre
Châtelet
Rue St Sabin
Ave Philippe Auguste
R. de Bagnolet
Hôtel de Ville
St Paul
Pl. de la Bastille
Quai de Conti
Bd St Germain
Rue d'Avron
Bd Charonne
Place de la Nation (Station double)
Rue de Reuilly
Porte de Vincennes
Rue de Vaugirard
Gare de Lyon (Station double)
Jardin des Plantes
Place Mazas
Quai de la Rapée
Ave de St Mandé
Bd St Marcel
Bd Raspail
Rue de Bercy
Rue de Charenton
Place Daumesnil
Quai d'Austerlitz
R. de Campo Formio
La Salpêtrière
Place Denfert Rochereau
Bercy
La Grande Pinte
ST MANDÉ
R. Mouton Duvernet
Pl. d'Italie
R. de la Glacière
R. Jeanne d'Arc
Les Deux Moulins
La Glacière
Rue Vergniaud
Montrouge
Ave de Châtillon
La Gare
BOIS DE VINCENNES
Porte d'Orléans
La Mon Blanche
FLEUVE
SEINE
Conflans
Les Carrières
CHARENTON
IVRY
Impie A. GENTIL, 188, Rue du Fg-St-Denis, Paris


LE CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN DE PARIS
Profils en long et en travers
Fig. 1. Profil en long de la ligne Porte de Vincennes - Porte Maillot
(Échelle des Fig. 1, 2 et 3 (1/15000e pour les longueurs) (1/400e pour les hauteurs)
PORTE DE VINCENNES
PLACE DE LA NATION
RUE DE REUILLY
GARE DE LYON
PLACE DE LA BASTILLE
Canal St Martin
Chemin de fer de Vincennes
Dédoublement pour voie de garage
Distances entre stations
Kilomètres
Paliers, pentes, rampes
Aligts droits et courbes
Plan de comparaison 10m00
1er LOT 1.799m83
2ème LOT 1335m54
3ème LOT 1157m18
St PAUL
HÔTEL-DE-VILLE
CHÂTELET
Collecteur de Sébastopol
LOUVRE
PALAIS-ROYAL
TUILERIES
PLACE DE LA CONCORDE
CHAMPS-ÉLYSÉES
4ème LOT 1161m62
5ème LOT 1.328m50
6ème LOT 1.236m22
7ème LOT
Alignement droit
RUE MARBEUF
AVENUE DE L'ALMA
PLACE DE L'ÉTOILE STATION DOUBLE
Galerie de l'Arc
RUE D'OBLIGADO
PORTE-MAILLOT
Fin du 8ème lot K. 10.663m58
Fig. 2. Profil en long de l'embranchement Étoile Trocadéro
PLACE DE L'ÉTOILE
AVENUE KLÉBER
RUE BOISSIÈRE
PLACE DU TROCADÉRO
Fin du 11e lot 1k602m20
Distances entre stations
Kilomètres
Paliers pentes rampes
Align ts droits et courbes
Plan de comparaison 10m30



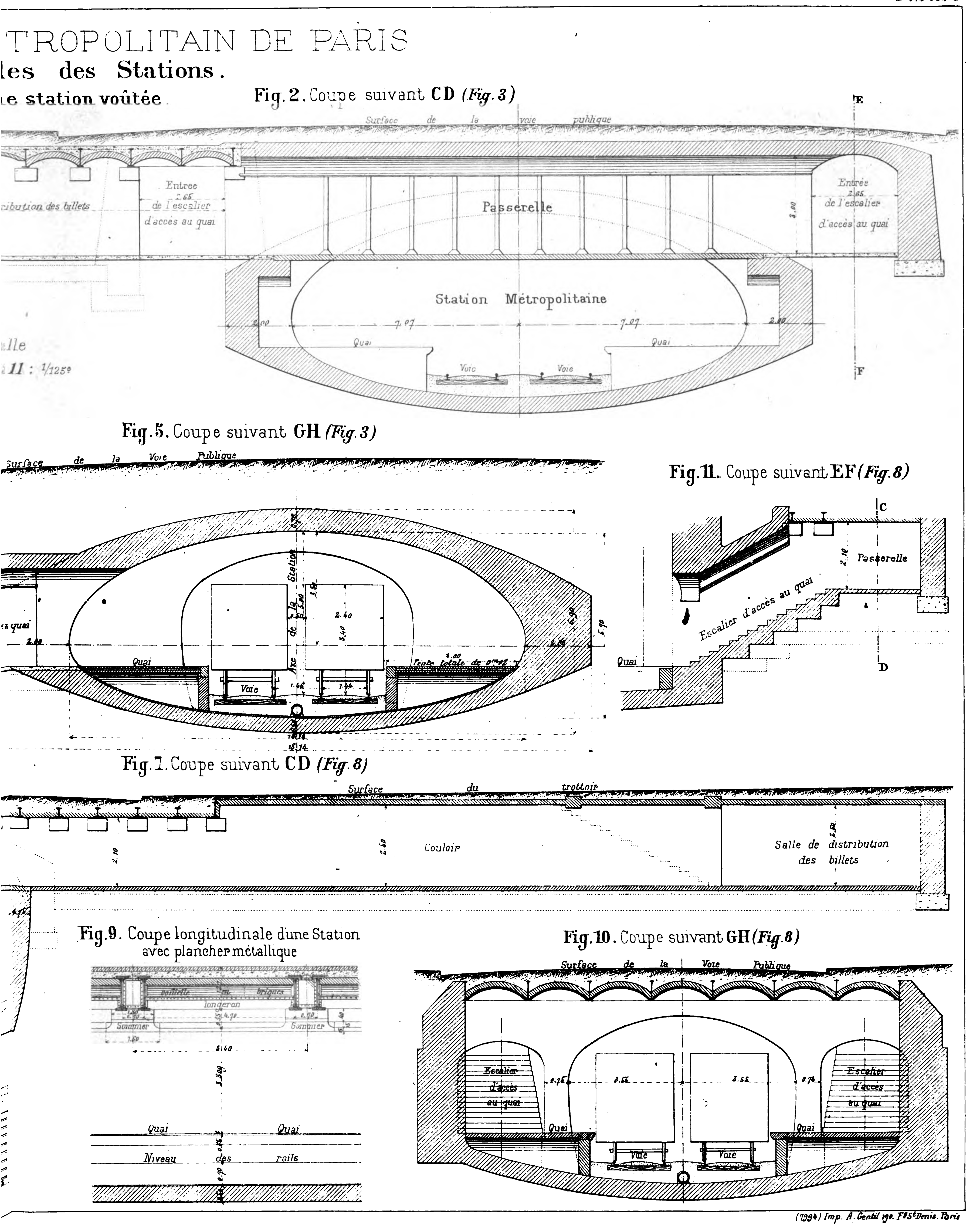

Imp. A. Gentil 100 Fg St Denis Paris


LE CHEMIN DE FER MÉ
Dispositions généra
Fig. 1 à 5. Détails d'u
Fig. 1. Coupe suivant AB (Fig. 3)
Surface du trottoir
Echelle
Escalier d'accès
Salle de distribution des billets
Couloir
Fig. 3. Plan d'ensemble
Débouché de l'accès
Escalier d'accès
Bordure du trottoir
Salle de distribution des Billets
Escalier d'accès au quai
Quai
Station Métropolitaine
Passerelle
Fig. 4. Coupe suivant EF (Fig. 3)
Surface de la Voie Publique
Passerelle
Escalier d'accès au quai
Galerie d'accès au quai
Salle de dis
Escalier d'accès
Galerie d'accès a
Fig. 6. Coupe suivant AB (Fig. 8)
Echelle
Surface du trottoir
Escalier d'accès
Salle de distribution des billets
Fig. 6 à 12. Détails d'une station à plancher métallique
Passerelle.
Voie
Fig. 8.
Plan d'ensemble
Echelle 1/500e
Débouché de l'accès
Bordure
Salle de distribution des billets
Couloir
Alignement des maisons
Escalier d'accès de quai
trottoir
Station Métropolitaine
Quai
Fig. 12.
Plan de l'ossature d'une station à plancher métallique

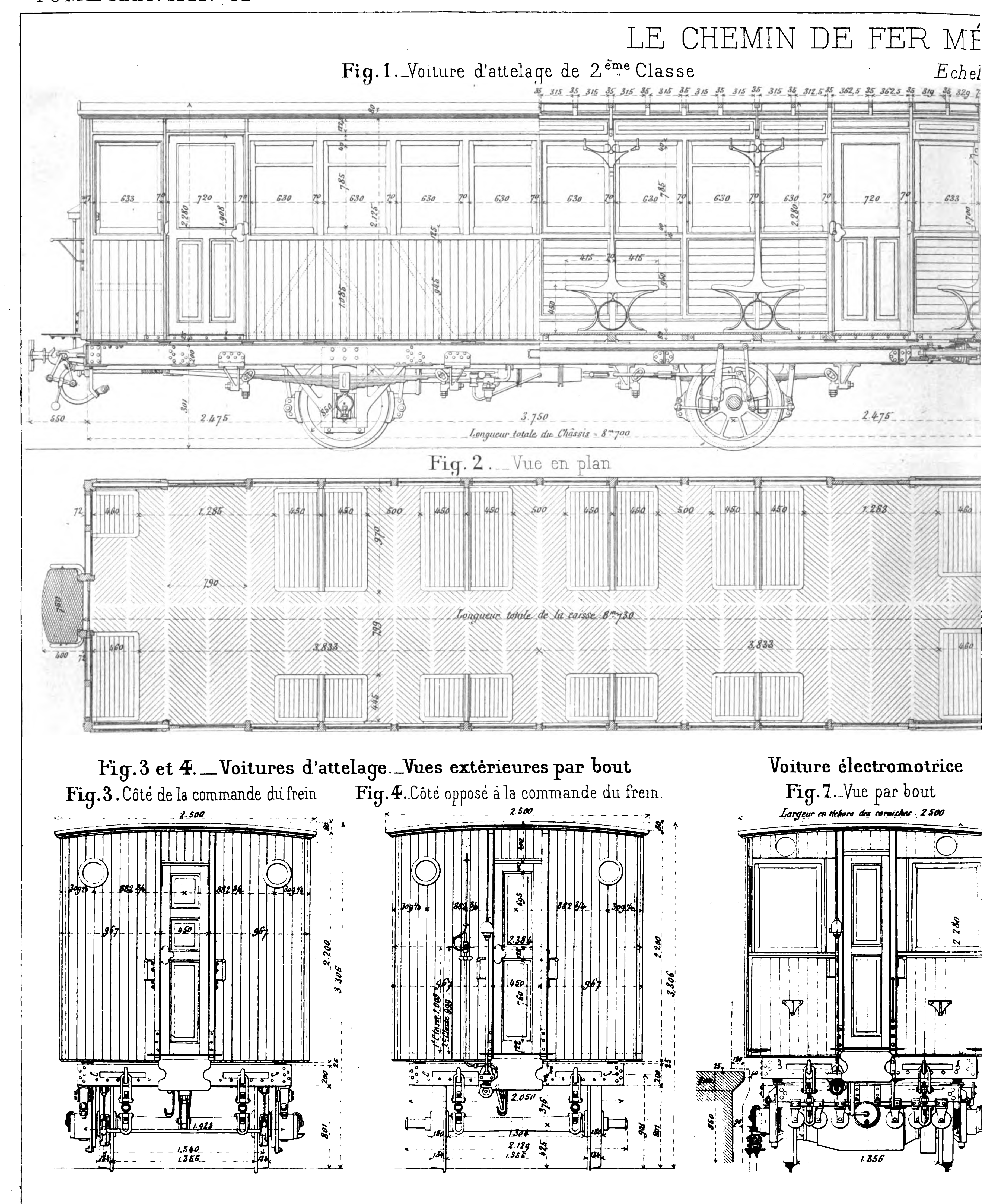
TROPOLITAIN DE PARIS

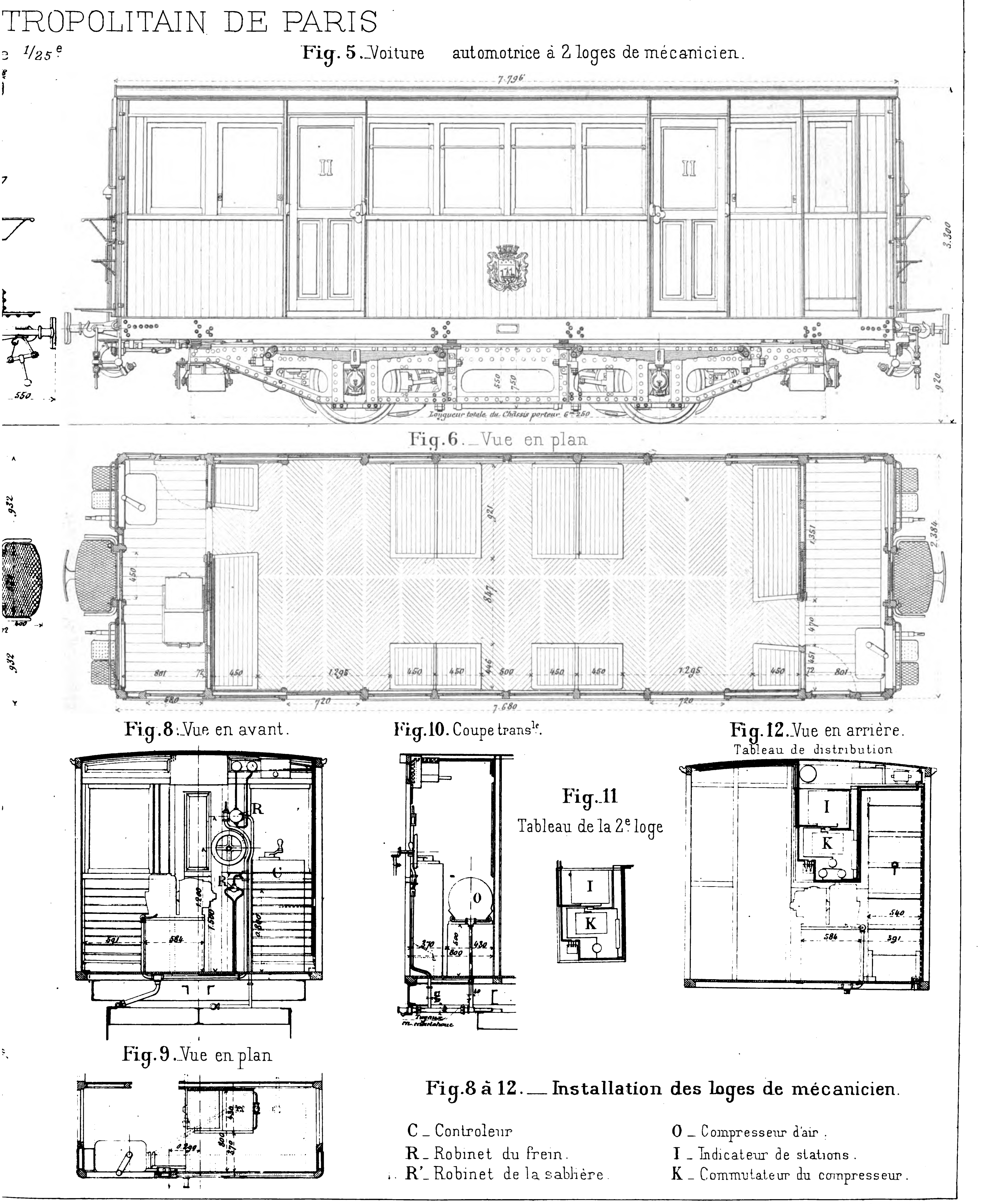
les des Stations.

e station voûtée




(1994) Imp. A. Gentil 190. Fg St Denis. Paris


LE CHEMIN DE FER MÉ
Fig. 1._Voiture d'attelage de 2ème Classe
Echel
Longueur totale du Châssis = 8m 700
Fig. 2._Vue en plan
Longueur totale de la caisse 8m 730
Fig. 3 et 4._Voitures d'attelage._Vues extérieures par bout
Fig. 3. Côté de la commande du frein
Fig. 4. Côté opposé à la commande du frein
Voiture électromotrice
Fig. 7._Vue par bout
Largeur en dehors des corniches : 2.500




(8062) Imp. A. Gentil, 188, faubg St Denis, Paris.

# LE CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN DE PARIS

**Fig.1 et 3.** Usine électrique de Bercy.

**Fig.1.** Plan d'ensemble du bâtiment des chaudières et des machines. (*Échelle de 1/400e*)

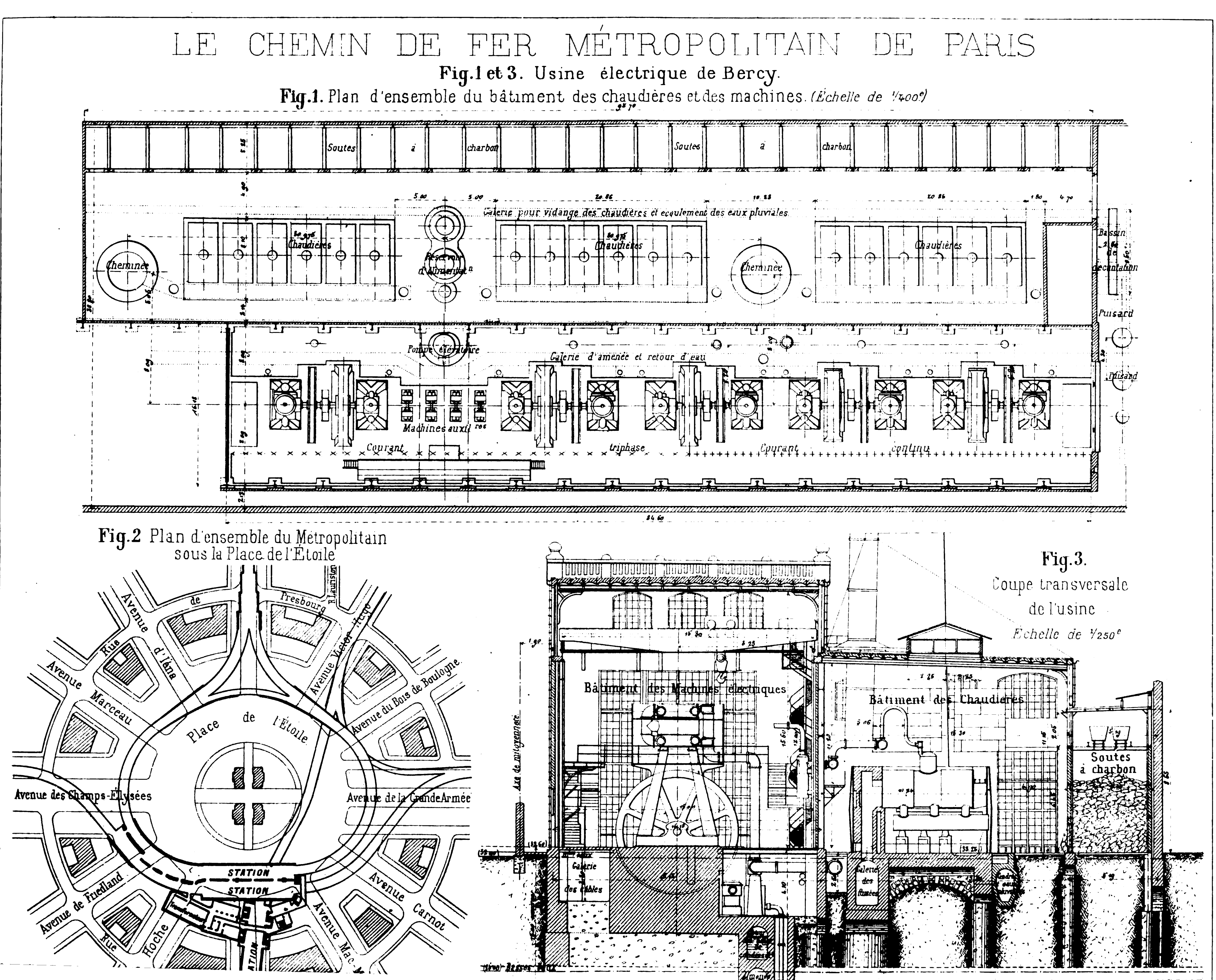
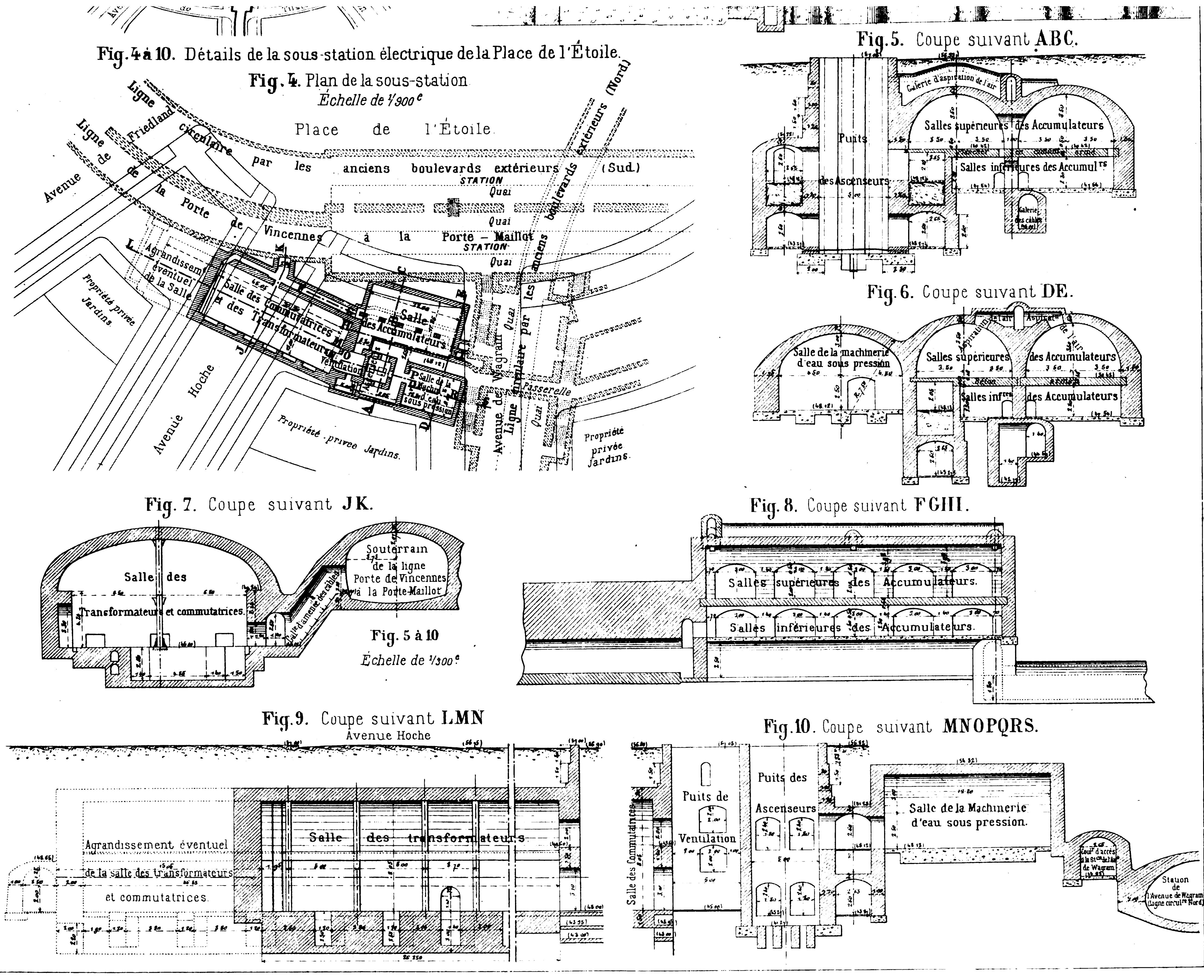



**Fig.2** Plan d'ensemble du Métropolitain sous la Place de l'Étoile

**Fig.3.** Coupe transversale de l'usine *Échelle de 1/250e*




(8101) Imp. A. Gentil, 148, faub. St Denis, Paris.

La longueur totale étant de 13 959m 90, il s'ensuit que la dépense moyenne par mètre courant est de 2 646 fr. 22.

Ce chiffre paraîtrait faible à côté de celui du prix de revient de certains chemins de fer métropolitains, mais il ne faut pas oublier que le Métropolitain de Paris a été établi suivant un gabarit notablement plus faible que ceux auxquels on pourrait le comparer à d'autres points de vue.

Les chiffres ci-dessus sont d'ailleurs des prix d'estimation et non des prix de revient exacts dont le décompte n'est pas encore



Fig. 32. — Vue de l'arrière du bouclier se dirigeant sur la porte Maillot; vue prise le 8 septembre 1899.

complètement arrêté, mais nous croyons savoir qu'ils ne s'écartent, en somme, que fort peu des prix réels.

Exécution des travaux. — Aux deux extrémités du tracé, place de la Nation et place de l'Étoile, le sous-sol dans lequel a été établi le Métropolitain de Paris est généralement composé de sables de Beauchamp, sables peu argileux, compacts et contenant quelquefois de petits rognons de grès dur. Ces sables, qui se trouvent directement sous les chaussées, à moins qu'ils n'y aient été remplacés par des remblais divers, ont, à l'Étoile, une épaisseur d'environ 8 mètres; ils reposent sur une formation de marne appartenant au calcaire grossier et constituant le fond de la cuvette dans laquelle sont déposées les alluvions anciennes de la Seine.

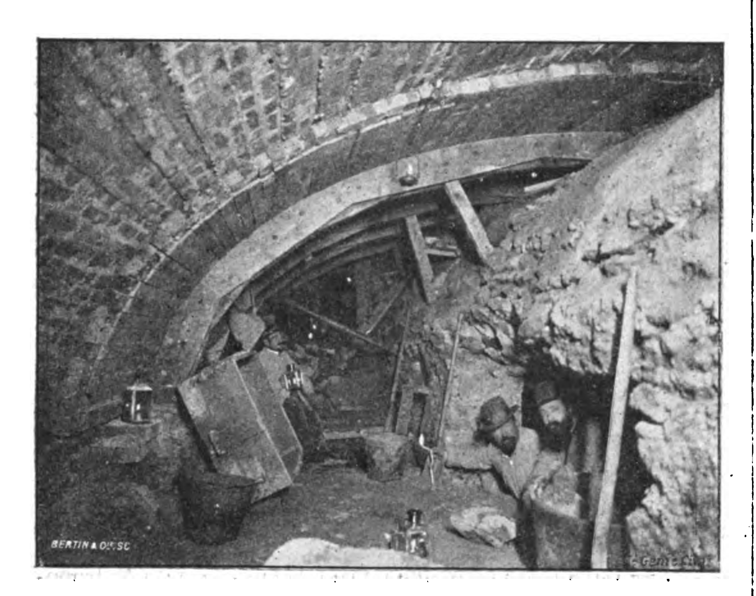


Fig. 33. — Construction de la voûte du Métropolitain par-dessus le collecteur Rivoli.

Ce n'est guère qu'aux deux extrémités de la fraction de Métropolitain construite que le souterrain se trouve franchement dans le terrain naturel, qui est particulièrement favorable à l'exécution de travaux souterrains.

Dans la partie centrale, au contraire, les travaux ont dû être très fréquemment exécutés dans des remblais plus ou moins anciens qui ont créé de réelles difficultés, aggravées souvent par la rencontre d'anciens ouvrages qu'il a fallu démolir: égouts, fondations, etc.

A ces difficultés, provenant de la mauvaise tenue du sous-sol ou de son encombrement, sont venues s'ajouter celles dues à la faible altitude des chaussées suivies dans la partie centrale, altitude qui a quelquefois obligé de placer le niveau du radier des ouvrages à construire à une cote inférieure à celle de la nappe d'eau souterraine. Cette nappe se rencontre, en effet, aux environs de la cote 26, c'est-à-dire à 1 mètre plus bas que le niveau normal de la Seine, déterminé par la retenue du barrage de Suresnes.

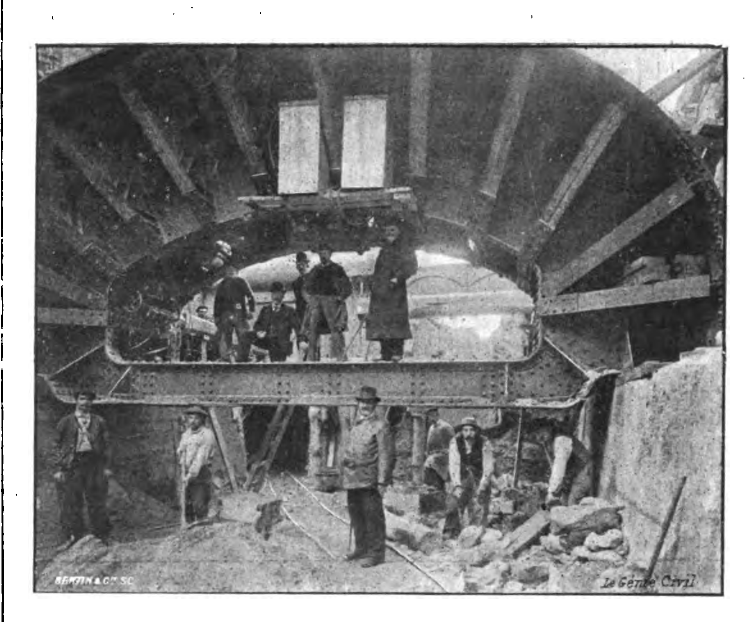


Fig. 34. — Avant du bouclier du 4e lot se dirigeant vers l'église Saint-Paul; vue prise le 4 avril 1899.

Enfin l'intensité de la circulation sur les chaussées dont le sous-sol est emprunté par le Métropolitain et la nécessité de ne pas créer de trop grandes entraves à cette circulation, ont été encore un nouvel obstacle à la facilité de son exécution.

Pour remédier à ce dernier inconvénient et permettre le creusement des souterrains sans bouleverser les chaussées ni entraver la circulation, le cahier des charges imposé aux entrepreneurs avait prévu un large emploi du bouclier; mais, par suite de diverses circonstances, cet emploi a dû être restreint et il n'a d'ailleurs pas toujours donné les bons résultats qu'on en avait espéré. Le nombre de ces engins a été de 11, c'est-à-dire égal à celui des lots, mais ils ont été inégalement répartis: les 1er, 3e et 4e lots ont utilisé chacun deux boucliers, tandis que les 5e, 9e et 10e n'en ont employé aucun.

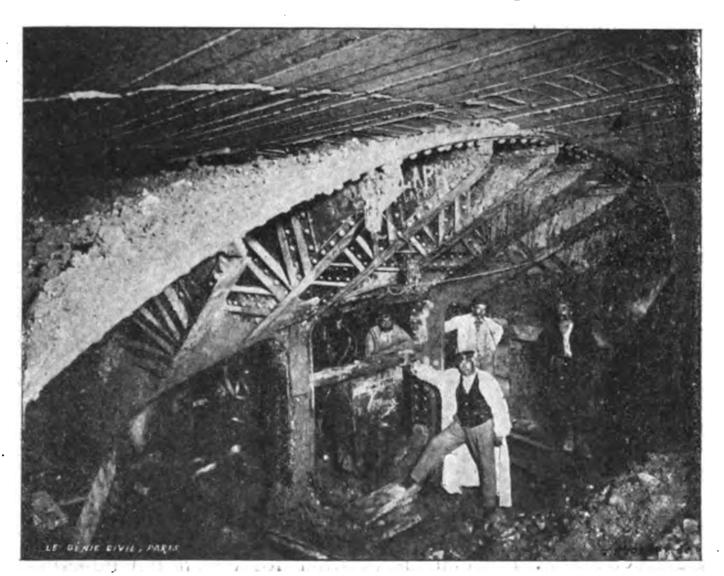


Fig. 35. — Arrivée d'un bouclier dans un lot terminé; vue prise le 5 novembre 1899.

Tous ces boucliers étaient du genre de celui imaginé en 1895, par M. Chagnaud, pour la construction du collecteur de Clichy [1]

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 26, p. 401.

et plus tard pour le prolongement dans Paris des lignes de la Compagnie d'Orléans [1]. On sait que ce bouclier, qui a été décrit dans le *Génie Civil*, permet le creusement et la construction de la voûte d'un tunnel sous une chaussée soumise à de lourdes charges et séparée de cette voûte par une très faible épaisseur. Les boucliers employés pour l'exécution du Métropolitain différaient de celui auquel nous faisons allusion par des détails de construction plus ou moins importants, mais ils étaient, en somme, basés sur les mêmes principes et donnaient des résultats analogues.

Chaque lot ne devait avoir, en principe, qu'un seul point d'attaque par lequel devaient se faire tout l'enlèvement des déblais et l'apport des matériaux. Ces points d'attaque étaient situés :

Pour le 1er lot : place de la Nation ;

Pour le 2e lot : boulevard Diderot dans les terrains des anciennes prisons de Mazas ;

Pour le 3e lot : place de la Bastille, par le canal Saint-Martin ;

Pour les 4e, 5e, 6e et 7e lots : points de rencontre des galeries aboutissant à la Seine et dont il a été question plus haut ;

Pour le 8e lot : avenue de la Grande-Armée, près de la porte Maillot ;

Pour les 9e et 11e lots : place de l'Étoile, l'un à l'angle Nord de l'avenue de la Grande-Armée et l'autre sur le terre-plein central ;

Pour le 10e lot : porte Dauphine.

En cours d'exécution, pour hâter ou faciliter les travaux, 22 attaques supplémentaires ont été autorisées, ce qui a porté leur nombre à 33.

Dans les souterrains en voie courante, l'ordre généralement suivi a été : 1° construction de la voûte ; 2° reprise des piédroits en sous-œuvre ; 3° enlèvement du stross ; 4° établissement du radier.

Au contraire, dans les stations, l'ordre suivi a été : 1° construction des culées ou piédroits en galerie ; 2° construction de la voûte ou du plancher métallique ; 3° enlèvement du stross ; 4° établissement du radier.

Fig. 36. — Le Métropolitain de Paris : Construction des accès de la station du Palais-Royal ; vue prise le 24 octobre 1899.

Les chantiers ont été partout éclairés à l'électricité ; la force motrice a également été fournie aux divers engins : boucliers, treuils, etc., par l'électricité. Généralement la traction a été faite par chevaux, mais sur le premier lot elle a été effectuée au moyen de tracteurs électriques.

Ne pouvant pas entrer ici dans le détail de ces divers travaux, nous nous bornerons à signaler les principales difficultés rencontrées et les incidents les plus saillants qui se sont produits dans chaque lot :

*1er lot.* — Dans le 1er lot on a construit d'abord la voûte et les culées de la station de la place de la Nation, puis de chacun des deux bouts est parti un bouclier. Après passage de ces boucliers, l'enlèvement du stross a été fait par cunette centrale descendue au niveau du radier, et précédant le bouclier du cours de Vincennes, tandis qu'elle suivait celui du boulevard Diderot. La première méthode paraît plus coûteuse, mais elle rend plus facile la direction de l'engin.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 26, p. 418.

Un deuxième chantier, installé à la porte de Vincennes et par les procédés de boisage ordinaires, est allé à la rencontre du premier bouclier et a servi à construire la station terminus.

*2e lot.* — Pour passer par-dessous le collecteur de l'avenue Ledru-Rollin, il a fallu descendre le fond de la fouille à environ 3m50 au-dessous de la nappe d'eau souterraine. Les travaux ont, néanmoins, pu être exécutés à sec à l'aide d'épuisements.

Dans ce cas, ainsi que dans tous ceux analogues, on a forcé la proportion de ciment dans le mortier (550 kilogr. par mètre cube de sable au lieu de 440) et celle de mortier dans le béton. De plus, on a donné aux maçonneries une surépaisseur de 0m20 et on a introduit en leur milieu une chape en ciment pur de 0m04 d'épaisseur.

Le seul incident à noter est un envahissement, survenu le 20 juin 1899, de la galerie du Métropolitain par les eaux du collecteur ; il n'en est résulté que des dégâts matériels assez peu importants.

*3e lot.* — Ce lot comprend le passage du canal Saint-Martin en viaduc. La faible hauteur disponible entre la chaussée et le niveau du rail, imposée par la condition de ne pas entraver la navigation sur le canal, a nécessité, aux abords de ce passage, le remplacement de la voûte du souterrain par un tablier métallique.

Dans l'enlèvement du stross de la tranchée couverte, à l'origine de la rue Saint-Antoine, on a rencontré les substructions d'une tour de la Bastille.

*4e lot.* — Beaucoup d'anciennes maçonneries ont été rencontrées dans le parcours de ce lot.

Pour passer sous le collecteur Sébastopol, le fond de la fouille descend à la cote 20,89, soit à plus de 5 mètres au-dessous de la nappe souterraine. Un puits a permis d'assécher le chantier, mais le 4 juin 1899, la galerie d'avancement s'étant trop rapprochée du radier du collecteur Rivoli, un décollement se produisit dans ce radier et les eaux en provenant envahirent les travaux en causant d'assez graves dégâts, d'ailleurs facilement réparés.

*5e lot.* — Dans toute l'étendue de ce lot, la galerie du Métropolitain occupe le même emplacement que l'ancien collecteur Rivoli qui, comme nous l'avons vu, a dû être dévié. Pour construire cette galerie on établissait d'abord de petites galeries latérales, le long du collecteur, sur lesquelles on prenait appui pour compléter le cintre de la voûte, puis on construisait cette voûte, on démolissait le collecteur et on reprenait les piédroits en sous-œuvre.

*6e lot.* — Pour passer sous le collecteur d'Asnières, à la place de la Concorde, on a dû descendre le fond de la fouille à la cote 20, soit à 6 mètres sous la nappe souterraine et 11m50 au-dessous de la chaussée. L'attaque de ce passage avait été commencée des deux côtés et, du côté des Champs-Élysées, on avait employé un bouclier, mais on avait dû l'abandonner au bout d'un parcours de 88 mètres.

*7e lot.* — De même que les suivants, ce lot traverse des terrains vierges et il n'a donné lieu à aucun travail spécial.

*8e lot.* — Le 8e lot comprend les deux stations accolées de la place de l'Étoile, l'une du type ordinaire de 14m 14 de largeur sur la ligne principale, l'autre de 10m 86 de largeur sur l'embranchement du Trocadéro.

En avant de ces deux stations se trouve un ouvrage spécial de raccordement formé également de deux voûtes accolées, l'une de 12m 50 d'ouverture et l'autre de 7m 46. Dans le sens longitudinal, cet ouvrage se partage en deux moitiés, la position respective des deux voûtes étant intervertie de part et d'autre de l'axe fictif formant ce partage. Cette interversion détermine une baie de forme ogivale, dans laquelle passe la voie de raccordement.

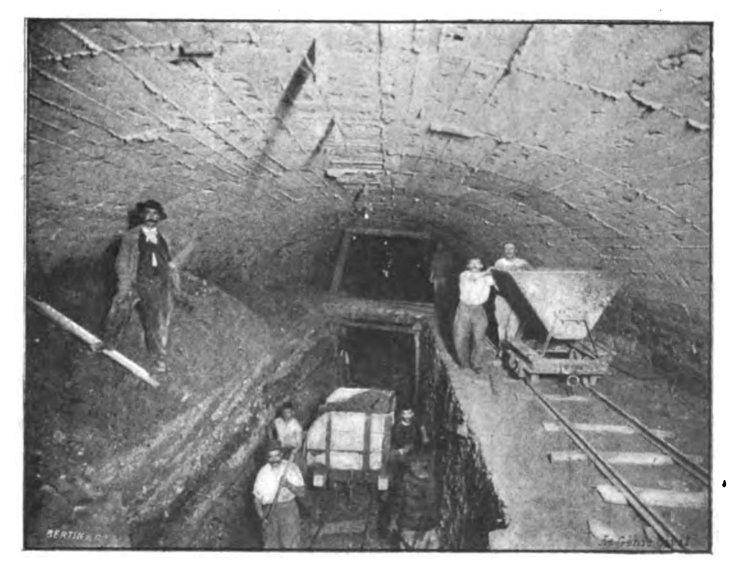


Fig. 37. — Construction du souterrain des Champs-Élysées au droit de la rue Berri; vue prise le 13 septembre 1899.

On avait d'abord construit les voûtes et l'on allait exécuter par reprises en sous-œuvre le pilier commun et les piédroits extérieurs, quand un excès de hardiesse dans la reprise du pilier amena, le 9 décembre 1899, l'écroulement de la partie adjacente des voûtes, sur 18 mètres de longueur, et, par suite, l'effondrement du sol avec les arbres qu'il portait. Les voûtes et les piliers furent alors reconstruits à ciel ouvert.

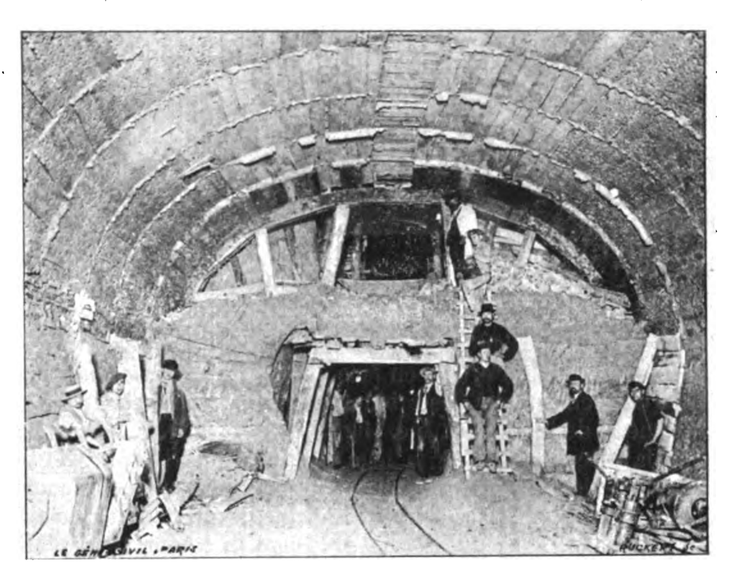


Fig. 38. — Construction du souterrain sous la place de l'Étoile; vue prise le 8 septembre 1899.

L'évacuation des déblais provenant de ce lot a été faite par le tramway de Saint-Germain, dont on voit une locomotive sur la figure 30.

*9e lot.* — Le terrain dans lequel ont été exécutés les travaux du 9e lot étant d'excellente tenue, il ne s'y est produit aucun incident qui mérite d'être signalé. Toutefois on a dû prendre quelques précautions pour passer sous la ligne principale.

*10e lot.* — Dans le 10e lot se trouve une voûte exceptionnelle de 18m 20 d'ouverture, en tête de la boucle terminale. Elle a été construite sur cintre en terre, après ouverture de la chaussée par tranches successives et reprise des culées en sous-œuvre.

*11e lot.* — Enfin, dans le 11e lot nous ne voyons rien à signaler si ce n'est que le bouclier employé tout d'abord n'ayant pas fonctionné, on a dû l'abandonner et construire le souterrain par la méthode ordinaire.

Tous ces travaux ont été exécutés dans un délai de 17 mois environ, délai qui paraîtra certainement très court si l'on songe aux difficultés de toutes sortes qu'il y avait à vaincre. Ce résultat n'a pu être obtenu que grâce aux excellentes dispositions prises par les Ingénieurs de la Ville et au concours dévoué qu'ils ont trouvé chez les entrepreneurs. Il est vrai que pour stimuler le zèle de ces derniers le cahier des charges prévoyait une retenue de 2 000 francs par jour de retard dans le délai de livraison, tandis qu'il leur accordait, au contraire, une prime de 2 000 francs par jour d'avance.

Matériel roulant. — La traction des trains du Métropolitain se fera par l'électricité, système qui présente des avantages supérieurs à tous les autres dans le cas présent où la voie est constamment en souterrain et où l'on doit exploiter par trains légers se succédant à intervalles très rapprochés. La traction électrique ne dégage, en effet, ni odeur, ni fumée, ce qui facilite singulièrement la ventilation des tunnels. D'autre part, elle se prête merveilleusement à la division de la force motrice et, par suite, à la formation de trains nombreux et d'une faible capacité. Ajoutons enfin qu'elle facilite, non seulement l'éclairage du tunnel, qui a été exigé sur toute sa longueur, mais encore l'éclairage et le chauffage des voitures.

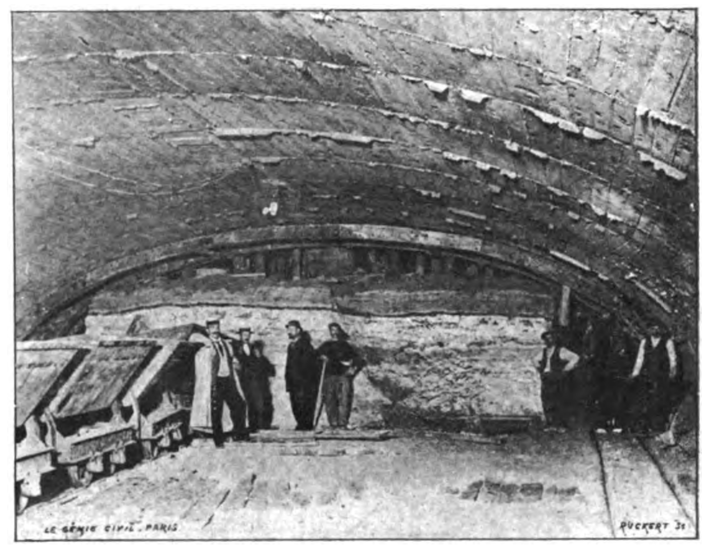


Fig. 39. — Construction de la station de l'Avenue de Wagram; vue prise le 8 septembre 1899.

En principe, chaque train est composé de trois voitures, dont une automotrice et deux de remorque (fig. 1, 42, 43 et 50), mais il y a en réalité cinq types de voitures, savoir :

Trois types de voitures d'attelage, l'un pour la 1re classe, l'autre pour la 2e et le dernier mixte (1re et 2e classe) ; ce dernier type va être supprimé car il ne se prête pas à la sortie par deux portes différentes.

Deux types de voitures automotrices, l'un à une loge et l'autre à deux loges de mécanicien.

Voitures d'attelage. — Les voitures d'attelage (fig. 1 à 4, pl. XX), sont formées par des caisses de 8m 70 de longueur, 2m 40 de largeur et 2m 30 de hauteur, renfermant dix rangées transversales de sièges adossés deux à deux, à l'exception des deux extrêmes. Ces rangées sont coupées par un couloir longitudinal de 0m 85 de largeur qui laisse d'un côté une rangée longitudinale de dix sièges, de 0m 45 de largeur, n'offrant chacun qu'une seule place, et de l'autre côté, une autre rangée de dix sièges, de 0m 92 de largeur, présentant chacun deux places, de sorte que le nombre total de places dans chaque voiture est de trente (fig. 2, pl. XX). Toutefois, on a prévu que dans les cas où l'affluence des voyageurs serait grande, ceux-ci pourraient pénétrer en plus grand nombre dans les voitures, à condition d'y rester debout. On estime que le nombre des voyageurs pourrait alors atteindre jusqu'à cinquante par voiture.

Dans les voitures de 1re classe les sièges et leurs dossiers sont capitonnés et recouverts en cuir rouge brun, tandis que dans celles de 2e classe ils sont simplement formés de baguettes en bois verni. Dans les deux cas, les dossiers s'arrêtent à 0m 65 de hauteur au-dessus du siège, de façon à laisser libre toute la partie supérieure de la voiture qui ne forme ainsi qu'un seul compartiment. Les tiges métalliques verticales qui servent à fixer ces dossiers se prolongent seules jusqu'à la partie supérieure de la voiture où elles supportent des filets destinés à recevoir les menus bagages.

Le plancher est formé par un caillebotis, aussi bien dans les voitures de 1re classe que dans celles de 2e classe.

De chaque côté de la voiture se trouvent deux portes coulissantes, l'une pour l'entrée des voyageurs et l'autre pour la sortie, afin d'éviter l'encombrement et faciliter le mouvement des voyageurs. Elles portent sur les vitres qui ferment les baies les inscriptions : ENTRÉE ou SORTIE, qui restent lisibles derrière les vitres de la coulisse, dans laquelle elles se logent quand elles sont ouvertes.

Une dérivation du courant principal assure : 1° L'éclairage des

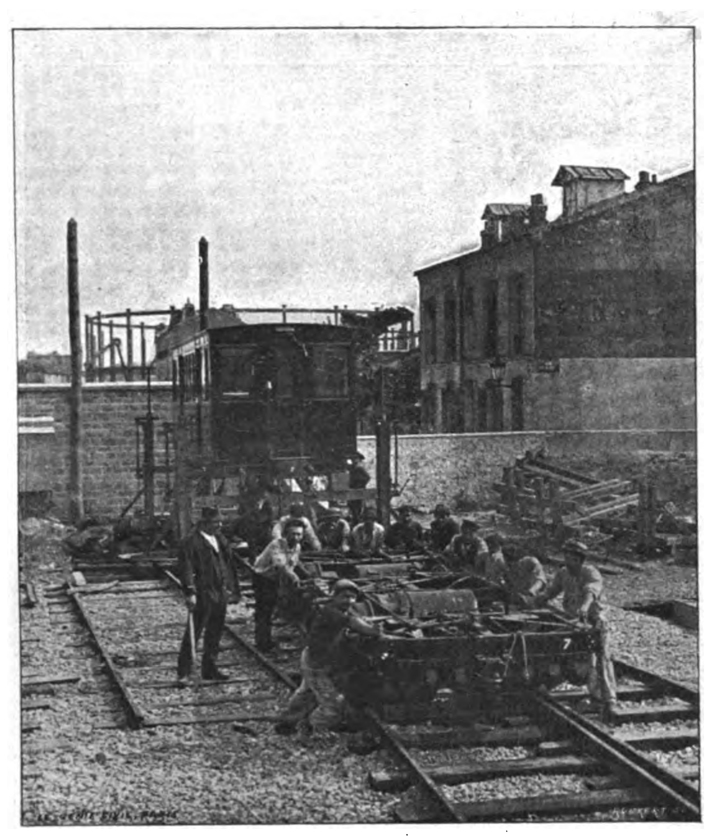


FIG. 40. — Vue d'un truck de voiture automotrice, prise au dépôt, le 4 juillet 1900.

voitures qui comprend huit lampes placées dans l'axe du plafond et quatre lanternes placées aux quatre coins ; 2° leur chauffage obtenu au moyen de quatre chaufferettes électriques placées dans le parquet ; 3° le fonctionnement des indicateurs de stations, c'est-à-dire de plaques lumineuses donnant au fur et à mesure le nom de la station dans laquelle on va arriver, dès que l'on quitte la station précédente.

Afin de faciliter leur inscription dans les courbes de faible rayon, les voitures ne sont munies à leurs extrémités que d'un seul tampon (fig. 3 et 4, pl. XX). De plus, on a ménagé des entailles dans les traverses de tête du châssis pour permettre le déplacement des crochets de traction dans les courbes.

VOITURES AUTOMOTRICES. — Ces voitures, qui sont toujours de 2e classe, ne diffèrent des précédentes que par l'adjonction, à l'une de leurs extrémités, d'une loge (fig. 1, 41, 42 et 50) dans laquelle se tient le mécanicien avec tous les appareils de commande du train sous la main. Toutefois, certaines automotrices sont munies d'une loge à chaque extrémité (fig. 5, 6 et 7, pl. XX) et voici pourquoi :

Nous avons vu qu'il n'existe aucune plaque tournante sur la partie du Métropolitain actuellement construite, mais qu'on a disposé aux extrémités de la ligne principale des stations en raquette remplissant le même but. Après avoir tourné la boucle de la raquette, les trains se retrouvent donc prêts à repartir avec leur automotrice en tête, celle-ci ayant toujours sa loge de mécanicien en avant. Dans les embranchements Étoile-Porte Dauphine et Étoile-Trocadéro il n'y a, au contraire, actuellement, pour chacun d'eux, qu'une seule station en raquette et, à l'autre extrémité, les trains devront repartir en faisant machine en arrière. Une voie de garage permettra bien de remettre l'automotrice en tête du train, mais, comme il n'y a pas de plaque tournante, la partie avant de cette voiture deviendra sa partie arrière, et pour que le service soit convenablement assuré, il est nécessaire qu'il y ait une loge à chaque extrémité de la voiture, ainsi que cela se pratique, d'ailleurs, sur un grand nombre de tramways qui n'ont pas de plaques tournantes.

Chaque loge (fig. 5 à 12, pl. XX) occupe un rectangle dont le grand côté est formé par la largeur de la voiture et dont l'autre

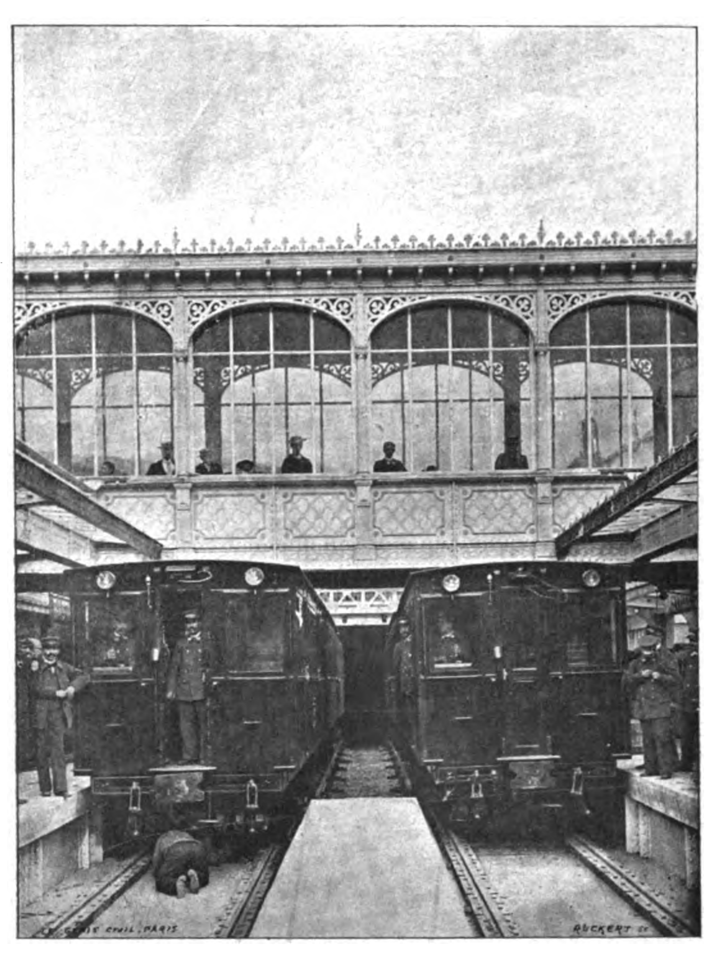


FIG. 41. — Vue d'une voiture automotrice dans la gare de la Bastille, prise le 4 juillet 1900.

a 0m 80. Le mécanicien y pénètre par une porte coulissante, de l'intérieur de la voiture, et a en face de lui le *contrôleur*, ou appareil de mise en marche, les robinets de manœuvre du frein à air comprimé et de la sablière, etc. (fig. 8 et 9, pl. XX). A sa gauche et sur la face opposée de la loge (fig. 10, 11 et 12, pl. XX) se trouve un tableau de distribution sur lequel sont réunies les commandes des appareils accessoires : indicateurs de stations, éclairage, chauffage, etc. ; au-dessous se trouve le compresseur d'air actionné par une petite dynamo et placé au-dessus de la boîte à outils. Il n'y a jamais qu'un seul compresseur par voiture.

Une boîte de connexion placée à l'arrière des voitures fait passer le courant de l'une à l'autre.

Les voitures motrices sont munies d'une double suspension, le châssis de caisse reposant sur le châssis porteur par l'intermédiaire de ressorts à boudin.

La prise de courant sur le rail conducteur se fait par un sabot frotteur suspendu d'une façon non rigide au-dessous des boîtes à huile des voitures motrices (fig. 7, pl. XX). Un câble isolé partant de ce sabot conduit le courant aux moteurs.

MOTEURS. — Les voitures automotrices sont actionnées par deux moteurs électriques, système Westinghouse, construits par la Société Industrielle d'Électricité dans ses usines du Havre.

Chacun de ces moteurs a une puissance de 100 chevaux à pleine charge et à la vitesse de 450 tours par minute. Il actionne, par l'intermédiaire d'une roue d'engrenage de 630 millimètres de diamètre, calée sur le même arbre, un pignon de 265 millimètres de diamètre calé sur l'essieu.

Ces moteurs sont à enroulement en série et peuvent, pendant quelques secondes, développer une puissance double de leur puissance normale. Ils sont placés sous les caisses des voitures ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'examen de la fig. 41.

Le cahier des charges autorise une vitesse maximum de 36 kilomètres à l'heure, mais, en fait, cette vitesse est limitée à 25 ou 30 kilomètres, permettant d'effectuer le trajet de la porte de Vincennes à la porte Maillot en un peu moins d'une demi-heure, arrêts compris.

Les trains ne se succèdent que toutes les 10 minutes, mais bientôt ils ne seront espacés que de 2 à 5 minutes.

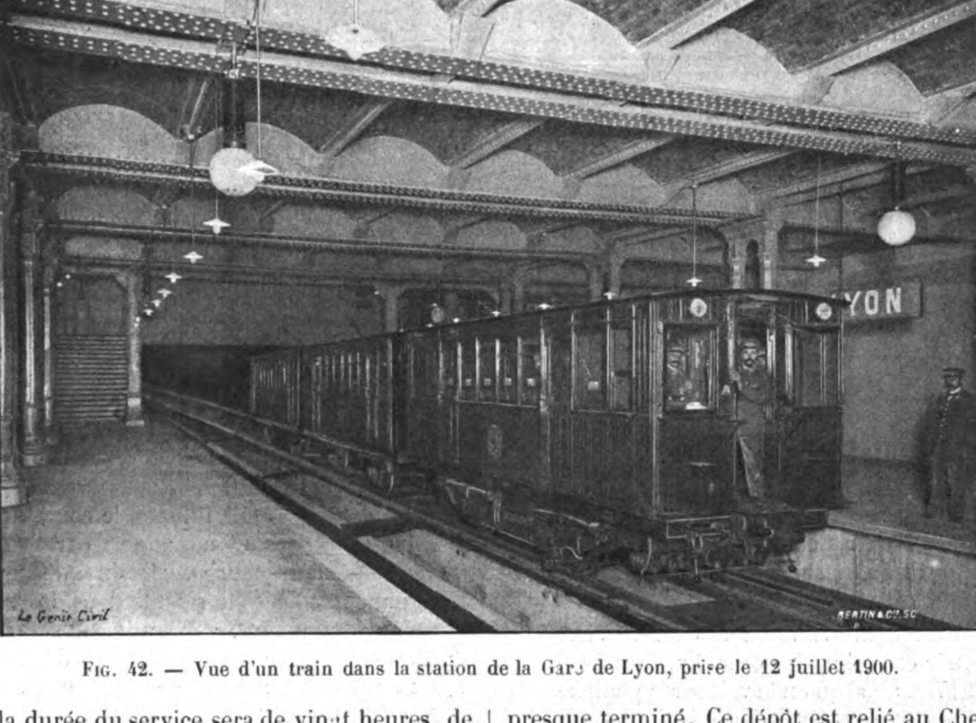




Fig. 42. — Vue d'un train dans la station de la Gare de Lyon, prise le 12 juillet 1900.

En service normal, la durée du service sera de vingt heures, de 5 heures à 1 heure du matin.

Deux contrôleurs par voiture permettent de coupler les moteurs en série et en parallèle. Ces contrôleurs, du système Westinghouse également, sont munis d'un souffleur d'étincelles.

**Signaux.** — En outre du frein à air comprimé, on a muni toutes les voitures d'un frein à main ordinaire et d'un frein électrique, dit d'urgence, destiné à ne fonctionner qu'en cas de danger imminent.

Ce cas paraît d'ailleurs avoir peu de chances de se présenter, car un système de signaux très perfectionné a été adopté pour la protection des trains. On emploie, en effet, le block-système Hall, qui fonctionne déjà depuis plusieurs années aux États-Unis, dans des conditions d'exploitation particulièrement difficiles. Ce système, qui a été récemment expérimenté sur la Compagnie P.-L.-M., entre Laroche et Cravant, présente le grand avantage de laisser fermés derrière un train deux intervalles du block protégé par les signaux. Son fonctionnement est entièrement automatique et c'est le train lui-même qui ferme la voie derrière lui au moyen d'une pédale, actionnée par le boudin des roues et produisant le contact qui permet le passage du courant électrique agissant sur le signal. On évite ainsi l'emploi des agents spéciaux désignés ordinairement sous le nom de *bloqueurs*.

Il y a un signal à l'entrée et à la sortie de chaque station et, de plus, un signal intermédiaire entre deux stations consécutives. En passant devant un signal, le train le met à l'arrêt et en même temps il remet à voie libre le signal antéprécédent, de sorte qu'un train est toujours couvert par deux signaux à l'arrêt.

Les stations sont réunies entre elles par téléphone, ainsi qu'avec l'usine génératrice de Bercy et les ateliers de Charonne.

**Ateliers et dépôts.** — La Compagnie du Métropolitain a établi, entre la rue des Maraîchers et le Chemin de fer de Ceinture, près de la station de la Porte de Vincennes, un dépôt de matériel auquel est adjoint un grand atelier de réparations actuellement presque terminé. Ce dépôt est relié au Chemin de fer de Ceinture par un raccordement qui permet d'y amener directement et toutes montées les voitures du Métropolitain.

Pour les dernières automotrices livrées, les moteurs n'ont été mis en place que dans ce dépôt.

La figure 40 montre le soulèvement, à l'aide de vérins, d'une caisse de ces automotrices pendant que l'on emmène son truck au point de l'atelier où il doit recevoir ses moteurs.

Ce dépôt est relié à la station de la Porte de Vincennes par une voie qui s'enfonce progressivement en souterrain et permet d'introduire les voitures dans le Métropolitain ou de les retirer. Dans l'intérieur du dépôt, les voitures automotrices prennent le courant sur des fils aériens à l'aide d'un trolley amovible, pouvant être placé successivement sur chaque voiture.

Fig. 43. — Vue d'un train dans la station de la Place de l'Étoile, prise le 12 juillet 1900.

**Usine électrique de Bercy.** — En cours d'exploitation normale, c'est-à-dire dans quelques mois, le courant électrique nécessaire au service du Métropolitain sera fourni par une usine spéciale construite par la Compagnie concessionnaire et située sur le quai de la Rapée. Les chaudières, machines à vapeur, dynamos et tous

les accessoires de cette usine sont construits et fournis par MM. Schneider et Cie.

En attendant que l'installation de cette usine soit terminée le courant est fourni :

Dans la partie Est, par l'usine du boulevard Richard-Lenoir, appartenant à la Compagnie parisienne de l'Air comprimé et qui a été antérieurement décrite dans le *Génie Civil* [1] ;

Dans la partie Ouest, par l'usine d'Asnières, appartenant à la Compagnie du Triphasé et qui a été également décrite, tout récemment, dans le *Génie Civil* [2].

L'usine du boulevard Richard-Lenoir fournit le courant continu à 600 volts, l'usine de la Compagnie du Triphasé fournit du courant triphasé à haute tension qui, avant d'être utilisé dans les voitures motrices, est transformé en courant continu à 600 volts dans des sous-stations spéciales. Cette installation étant toute provisoire, nous ne nous y arrêterons pas et nous décrirons immédiatement l'installation définitive.

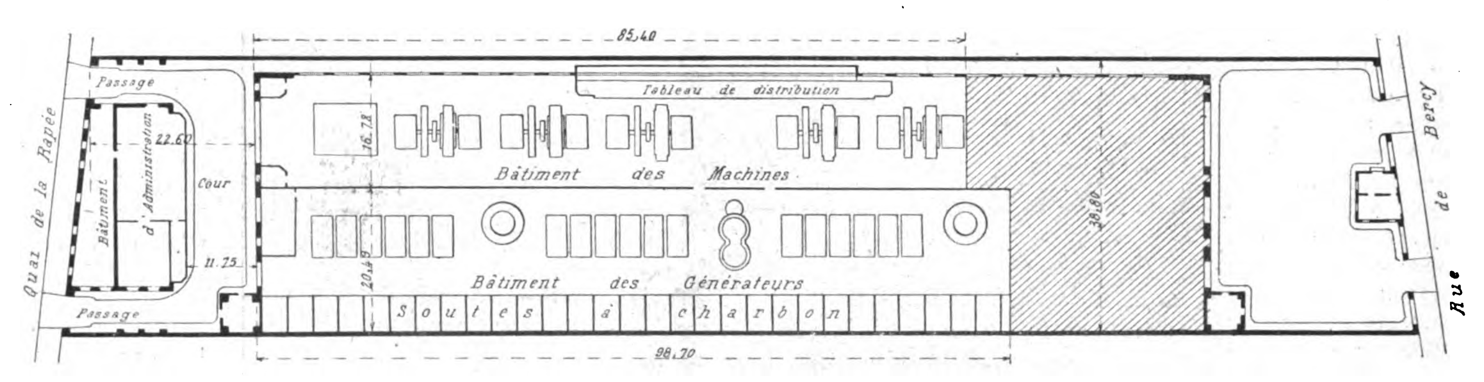



Fig. 44. — Plan général de l'usine électrique de Bercy.

L'usine destinée à fournir définitivement le courant électrique au Métropolitain est située entre le quai de la Rapée (n° 46) et la rue de Bercy (nos 177 et 179), ainsi qu'on le voit sur la planche XVII et sur la figure 44. Cette usine comprend un bâtiment d'administration, en façade sur le quai de la Rapée, et deux bâtiments accolés, l'un pour les chaudières et l'autre pour les machines. L'ensemble de ces bâtiments (fig. 47), actuellement terminés, ne couvre que les deux tiers de la surface disponible, de sorte que l'usine pourra être notablement agrandie (fig. 44).

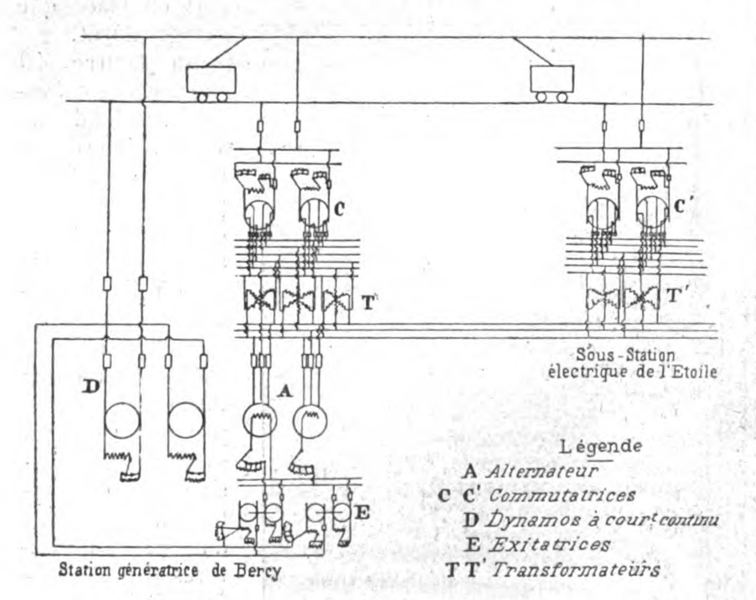



Fig. 45. — Schéma de la distribution électrique.

L'usine de Bercy alimentera directement toute la partie du Métropolitain en exploitation, comprise entre Vincennes et la station du Louvre ; l'autre partie sera alimentée par du courant provenant de la même usine, mais par l'intermédiaire d'une sous-station transformatrice située sous la place de l'Étoile, entre les avenues Hoche et de Wagram.

La station centrale d'énergie comprendra :

3 batteries de six chaudières chacune ;

1 groupes électrogènes de 1 500 kilowatts pour courant continu à 600 volts ;

4 groupes électrogènes de 1 500 kilowatts pour courant triphasé à 5 000 volts et 25 périodes ;

Diverses machines électriques auxiliaires, excitatrices, commutatrices, transformateurs, survolteurs et une batterie d'accumulateurs.

Normalement, le courant continu destiné à alimenter la partie Vincennes-Louvre sera fourni par les dynamos à courant continu D (fig. 45), mais, en cas de besoin, il pourra l'être également par des commutatrices C, alimentées par le courant triphasé produit par les alternateurs, dont la tension aura préalablement été réduite dans des transformateurs statiques T'.

A la sous-station de l'Étoile, le courant continu sera fourni par les commutatrices C' alimentées par le courant triphasé provenant des alternateurs de l'usine de Bercy et dont la tension aura préalablement été réduite dans des transformateurs T'.

En outre, deux batteries d'accumulateurs Tudor, l'une à l'usine de Bercy et l'autre à la sous-station de l'Étoile, feront office de volant ; elles seront munies de survolteurs.

Nous comptons revenir plus tard, quand elle sera en fonctionnement, sur l'usine de Bercy et nous nous bornerons ici à donner quelques indications générales sur les machines qu'elle renferme. Actuellement les bâtiments, dont l'exécution a été confiée à M. Friesé, architecte, sont terminés et on a commencé le montage du premier alternateur ; les chaudières sont déjà toutes en place.

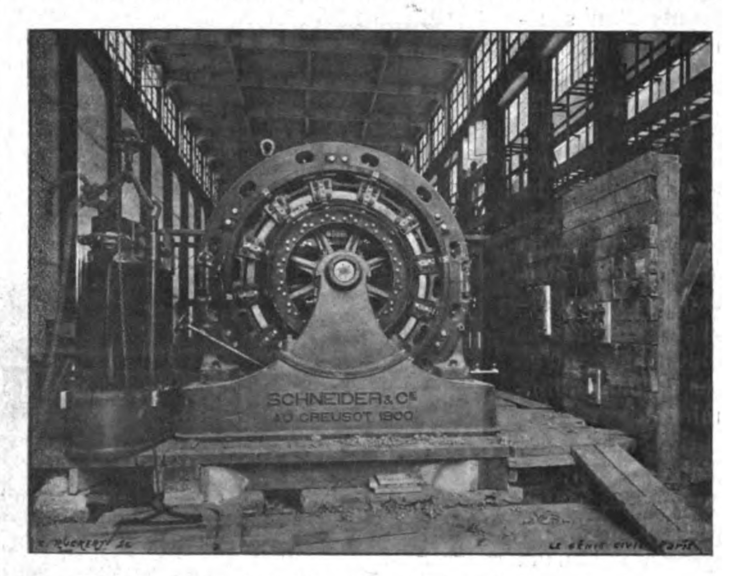



Fig. 46. — Vue d'un alternateur, prise pendant son montage, le 13 juillet 1900.

On espère pouvoir fonctionner dans quelques mois.

Partie mécanique. — *Chaudières*. — Les dix-huit chaudières que comprend l'usine sont réparties en trois groupes de six ; elles sont du type semi-tubulaire et composées de deux bouilleurs inférieurs reliés chacun par trois jambettes au corps tubulaire principal (fig. 1 et 2, pl. XXI). Leurs dimensions principales et leurs conditions de fonctionnement sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Timbre | kilogr. | 10 |
| Surface de grille, par corps | mètres carrés. | 3,60 |
| Surface de chauffe totale | — | 244,00 |

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 3, p. 35.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 6, p. 89.

| | | |
|---|---|---|
| Diamètre moyen des bouilleurs | mètres. | 0,900 |
| Épaisseur des tôles | — | 0,0125 |
| Diamètre moyen du corps tubulaire | — | 2,200 |
| Épaisseur des tôles du corps tubulaire | — | 0,020 |
| Épaisseur des plaques tubulaires | — | 0,026 |
| Diamètre des jambettes | — | 0,450 |
| Épaisseur des tôles | — | 0,0014 |
| Diamètre extérieur des tubes — ordinaires | — | 0,105 |
| Diamètre extérieur des tubes — tirants | — | 0,090 |
| Épaisseur des tubes — ordinaires | — | 0,0035 |
| Épaisseur des tubes — tirants | — | 0,008 |
| Volume d'eau | mètres cubes. | 15,700 |
| Volume de vapeur | — | 9,800 |

*Machines à vapeur.* — Les machines à vapeur destinées à actionner les alternateurs et les dynamos à courant continu sont verticales, compound et à condensation (fig. 1 et 2, pl. XXI). Toutefois, en cas de besoin, elles pourront fonctionner à échappement libre. Les dynamos sont placées entre les deux manivelles motrices. La distribution est du système Corliss.

Voici les principales caractéristiques de ces machines :

| | | |
|---|---|---|
| Puissance indiquée sur les pistons à vapeur | chevaux | 2 600 |
| Nombre de tours par minute | | 70 |
| Pression initiale de la vapeur sur les petits pistons | kilogr. | 9 |
| Diamètre des petits cylindres | mètres. | 1,100 |
| Diamètre des grands cylindres | — | 1,800 |
| Course des pistons | — | 1,500 |
| Diamètre des pistons de pompe à air | — | 0,900 |
| Course des pistons de pompe à air | — | 0,400 |
| Diamètres de l'arbre moteur dans les paliers | mètres 0 490 et | 0,550 |
| Longueur des paliers moteurs | mètres. | 1,000 |
| Diamètre des tiges de pistons | — | 0,170 |
| Diamètre des boutons des manivelles motrices | — | 0,340 |
| Longueur des bielles motrices | — | 3,500 |
| Diamètre du volant | — | 7,500 |
| Poids total du volant, environ | kilogr. | 63 000 |
| Poids de l'arbre moteur avec ses manivelles, environ | — | 20 000 |

Partie électrique. — *Dynamos à courant continu.* — Les dynamos à courant continu seront commandées directement par les machines à vapeur et tourneront, par suite, à 70 tours par minute. Elle sont, ainsi que les machines suivantes, du type construit par le Creusot.

Le système inducteur est en acier, du type multipolaire; il repose sur deux plaques de fondation permettant son centrage par rapport à l'induit. Le système induit est formé d'un moyeu en fonte calé sur l'arbre de la machine à vapeur et d'une couronne également en fonte portant les tôles et le bobinage. Ce bobinage est formé de barres de cuivre isolées et placées dans des rainures pratiquées à la périphérie des tôles.

*Alternateurs.* — De même que les dynamos à courant continu, les alternateurs à courant triphasé seront commandés directement par leurs machines à vapeur respectives et tourneront à 70 tours. Contrairement à ce qui a lieu dans les dynamos à courant continu, dans les alternateurs c'est le système inducteur qui est mobile et le système induit qui est fixe.

Le système inducteur est à pôles radiants en acier coulé, montés sur un moyeu en fonte formé de deux parties assemblées entre elles par des boulons et des frettes et formant volant. Le courant d'excitation arrivera à l'inducteur par des bagues en deux parties montées sur l'arbre et par des frotteurs.

L'induit est formé d'une couronne dans laquelle est enchâssé le noyau induit en tôle mince. Les bobinages induits sont logés dans des rainures pratiquées dans les tôles.

*Excitatrices.* — Le courant d'excitation des alternateurs sera fourni par deux groupes, dont l'un de réserve, formés chacun de deux dynamos à courant continu accouplées, l'une fonctionnant comme moteur avec du courant à 600 volts, et l'autre comme génératrice secondaire fournissant du courant à 200 volts. Ces dynamos tourneront à la vitesse de 525 tours par minute et auront une puissance de 50 kilowatts.

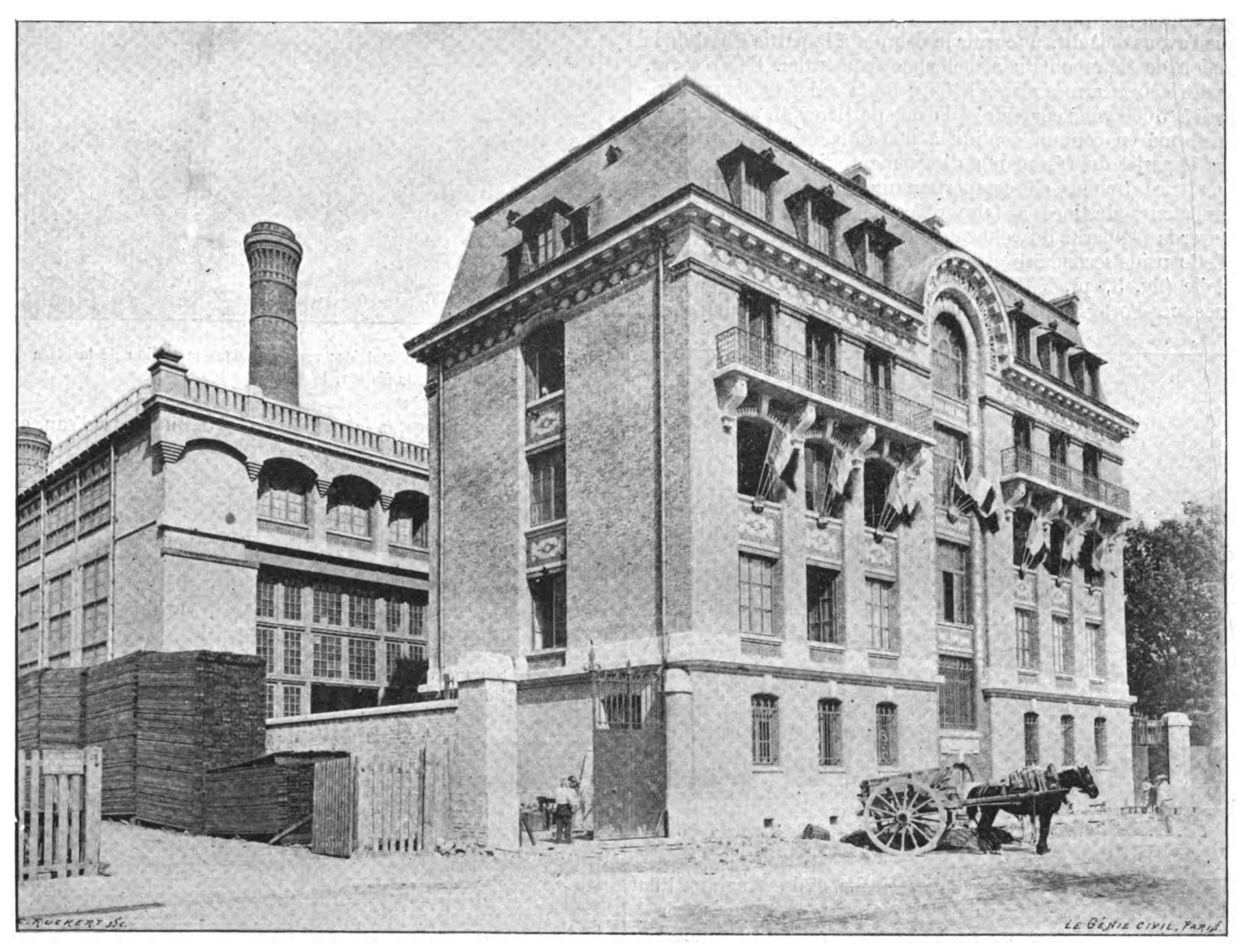


Fig. 47. — Le Métropolitain de Paris : Vue générale de l'usine électrique de Bercy, prise du quai de la Rapée, le 13 juillet 1900.

*Transformateurs.* — Les transformateurs destinés à réduire la tension des courants triphasés auront une puissance unitaire de 250 kilowatts. Ils seront à deux colonnes conjuguées, réunies par des culasses et assemblées entre elles.

*Commutatrices.* — A la sortie des transformateurs réducteurs, les courants triphasés seront transformés en courant continu par des commutatrices tournant à 250 tours par minute et ayant une puissance de 750 kilowatts. Ces commutatrices seront disposées pour recevoir des courants hexaphasés obtenus par un groupement convenable des transformateurs réducteurs. Quant à leur mode de construction, il sera semblable à celui des dynamos à courant continu et n'en différera que par l'addition des six bagues avec frotteurs, pour l'arrivée des courants hexaphasés.

**Sous-station électrique de la place de l'Étoile.** — La sous-station électrique de la place de l'Étoile est destinée, comme nous l'avons déjà dit, à fournir le courant à la partie Ouest de la fraction de Métropolitain actuellement construite. Elle recevra, par des câbles armés placés le long de la voie, le courant triphasé à 5000 volts engendré à l'usine de Bercy et, après l'avoir transformé en courant continu à 600 volts, elle le distribuera dans la partie du réseau non directement alimentée par l'usine génératrice. De plus, elle comportera une puissante batterie d'accumulateurs destinée à faire office de volant, c'est-à-dire à assurer la régularité du voltage quel que soit le débit.

Cette usine secondaire est située au Nord-Est de la place de l'Étoile (fig. 3, pl. XXI) dans l'angle compris entre la ligne Vincennes-Porte Maillot et la branche Nord de la ligne circulaire, c'est-à-dire entre les avenues Hoche et de Wagram. Elle est entièrement établie en souterrain et sa présence ne sera révélée sur le sol que par un petit édicule recouvrant les puits de ventilation et des ascenseurs.

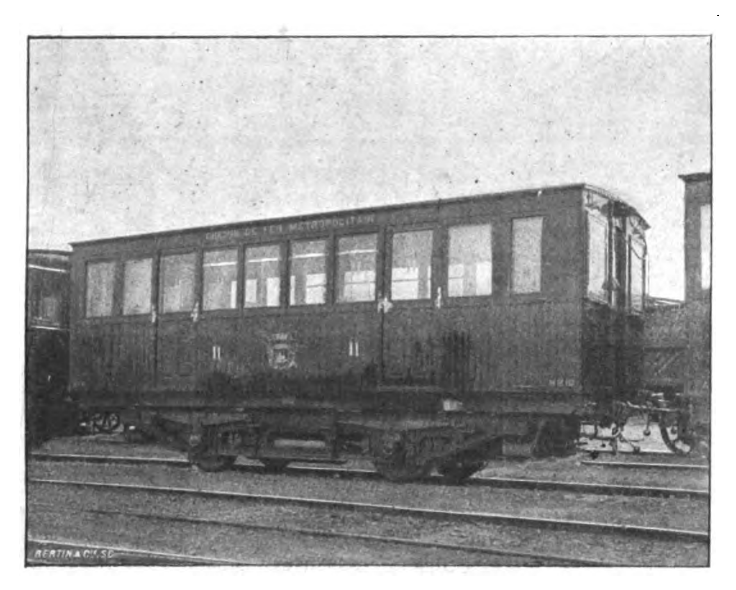


Fig. 48. — Voiture de 2e classe; vue prise au dépôt, le 4 juillet 1900.

L'ensemble de la sous-station comprend :

1° Une grande salle voûtée de 30m50 de longueur sur 13 mètres de largeur, destinée à recevoir les transformateurs et les commutatrices (fig. 4, 7 et 9, pl. XXI). Les câbles d'amenée du courant triphasé pénètrent dans cette salle, dont le niveau est à 4 mètres au-dessous de celui des rails, par une galerie inclinée qui la réunit au souterrain de la ligne Vincennes-Porte Maillot, un peu avant l'entrée de celui-ci dans la station à voyageurs. Cette galerie sert en même temps à amener l'air nécessaire à la ventilation des différentes salles de la sous-station; cet air est ensuite évacué au moyen de deux ventilateurs;

2° Deux salles superposées de 22 mètres de longueur, composées chacune de deux travées de 7 mètres de largeur et destinées à servir au logement des accumulateurs (fig. 4 à 8, pl. XXI).

L'air nécessaire à la ventilation de ces salles y est amené, à la partie inférieure, par une petite galerie faisant suite à la galerie inclinée dont nous venons de parler, et il est aspiré au sommet des voûtes dans une galerie centrale réunie elle-même aux conduites d'aspiration du puits de ventilation;

3° Une salle voûtée de 12m20 de longueur sur 9 mètres de largeur, destinée à recevoir la machinerie devant fournir l'eau sous pression qui actionnera les ascenseurs (fig. 4, 6 et 10, pl. XXI);

4° Une cage d'ascenseurs (fig. 4 et 10, pl. XXI), renfermant deux ascenseurs mus par l'eau sous pression;

5° Un puit de ventilation (fig. 4 et 10, pl. XXI), à la tête duquel seront placés deux ventilateurs hélicoïdes, du système Rateau [1]. Chacun de ces ventilateurs, actionnés directement par un moteur électrique, pourra fournir un débit de 10000 mètres cubes d'air par heure, à la pression de 6 millimètres d'eau, en tournant à 430 tours par minute.

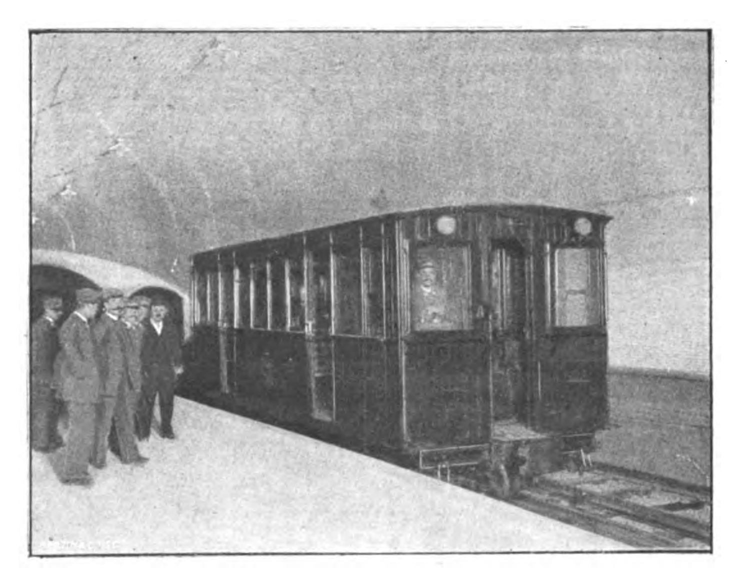


Fig. 49. — Voiture automotrice; vue prise dans la station de la Place de la Nation, le 13 juillet 1900.

**Installations électriques.** — Au début, la sous-station de la place de l'Étoile comprendra :

9 transformateurs de 250 kilowatts abaissant la tension du courant primaire de 5000 à 360 volts;
3 commutatrices de 750 kilowatts sous 600 volts;
1 batterie d'accumulateurs, système Tudor, de 1800 ampères-heures;
2 survolteurs de 250 kilowatts sous 600/100 volts;
2 feeders à courant triphasé sous 5000 volts;
3 feeders à courant continu sous 600 volts;
1 tableau de distribution.

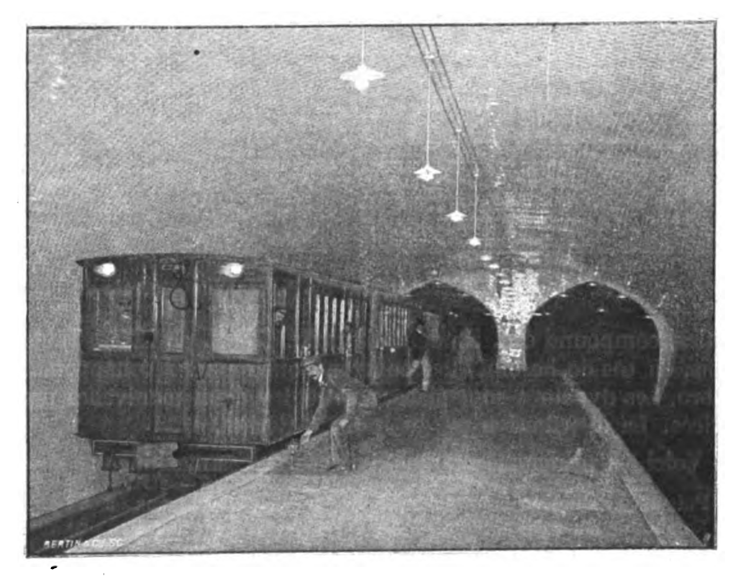


Fig. 50. — Vue d'un train dans la gare de la Porte Maillot, prise le 13 juillet 1900.

Nous n'entrerons pas ici dans la description de ces divers appareils dont l'installation est à peine commencée et qui ne pourront d'ailleurs entrer en service que quand l'usine génératrice de Bercy sera elle-même en état de fonctionner. Nous nous bornerons à dire qu'ils sont semblables à ceux de l'usine de Bercy, dont ils ne diffèrent que par des détails.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, nos 7, p. 109.

Conclusion. — En terminant cette étude sur le Métropolitain de Paris, nous ferons remarquer que, quels que soient les reproches qu'on puisse lui adresser, reproches qui sont d'ailleurs prématurés et que la pratique ne justifiera peut-être pas, ce nouveau mode de transport paraît néanmoins appelé à rendre de réels services. Les principales artères parisiennes sont, en effet, tellement encombrées qu'il est pour ainsi dire impossible d'y multiplier davantage les omnibus et tramways. Or ces véhicules sont notoirement insuffisants pour desservir le mouvement des voyageurs, toujours croissant, et, puisque la chaussée est incapable de recevoir sans danger un plus grand nombre de véhicules, il est parfaitement logique de créer sous cette chaussée une nouvelle voie lui retirant une certaine partie de son trafic et améliorant la rapidité des transports sans aggraver l'encombrement des rues.

Il est difficile de prévoir si, au point de vue financier, l'exploitation du Métropolitain donnera des résultats satisfaisants, mais on est, croyons-nous, en droit de l'espérer. En tout cas, il semble que les recettes seront suffisantes pour gager l'emprunt de la Ville, de sorte que le Conseil municipal aura, en somme, doté la capitale d'un nouveau mode de transport sans compromettre ses finances. En tout cas, il est juste de reconnaître la ténacité dont a fait preuve cette Assemblée pour obtenir des Pouvoirs publics l'autorisation d'exécuter le projet qu'elle a cru conforme aux intérêts de la Ville.

Rappelons ici que les travaux du Métropolitain ont été projetés et exécutés par MM. les Ingénieurs Legouëz, Biette, Locherer, Briotet et Pollet, sous la direction de M. l'Ingénieur en chef Bienvenüe et de M. Defrance, directeur administratif des travaux de la Ville de Paris.

Quant aux travaux de la Compagnie concessionnaire, ils sont placés sous la haute direction de M. H. Maréchal, Ingénieur des Ponts et Chaussées, et sont exécutés par MM. Cuny, Détroyat, Faiveley, H. de Grièges, Weil, chefs des différents services.

A. Dumas,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## CHIMIE INDUSTRIELLE

### MOUVEMENT ET PROGRÈS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France.

*(Suite[1].)*

Sels de baryum et de calcium. — Nous avons déjà parlé, à propos de l'eau oxygénée, de certains sels de baryum, et notamment du sulfate et du bioxyde.

Pour ce qui est de la baryte, nous pouvons ajouter que des essais ont été faits pour la produire par électrolyse, notamment dans une usine lyonnaise ; mais ils n'ont donné aucun résultat industriel.

Comme autres sels de baryum, on peut citer le chlorate, dont il est fait quelques quantités par électrolyse à Chedde.

*Carbure de calcium.* — La région de l'Est est d'un intérêt tout spécial au point de vue de la fabrication du carbure de calcium.

Voici, d'après l'intéressant rapport de M. Coignet, vice-président de la Chambre de commerce de Lyon, la liste des fabriques avec la force motrice qu'elles peuvent employer :

| | | |
|---|---|---|
| Compagnie française des carbures de calcium, à Séchilienne | 1 200 | chevaux. |
| Usine de MM. Rochette frères, à Épierre | 1 200 | — |
| Société d'Électro-chimie, à Saint-Michel de Maurienne | 1 000 | — |
| Société électro-chimique du Giffre, qui a été achetée par la Société anglaise « Giffre Electrochemical and Power C° » | 4 000 | — |
| Société des Carbures métalliques, à Notre-Dame-de-Briançon | 2 000 | — |
| Usine Bertolus, à Bellegarde | 2 000 | — |
| Usine de la Société électro-métallurgique française, à Froges | 1 000 | — |
| Société du gaz acétylène, à Saint-Béron | 3 000 | — |

Toute cette force n'est évidemment pas utilisée à la production du carbure de calcium ; d'ailleurs, la fabrication étant nouvelle, on ne peut rien dire sur les quantités produites. Toutefois M. Borchers a évalué la production du monde entier à 256 000 tonnes.

*Glycérophosphate de chaux.* — A propos de la région parisienne, il a déjà été question de ce produit que fabriquent diverses maisons qui y sont situées.

Dans la région lyonnaise, une usine s'en occupe ; c'est celle de MM. Giraudan et Trouillat.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 146 ; n° 10, p. 172 ; n° 11, p. 186.

La production totale de la France est de 6 000 kilogrammes.

La fabrication en est assez simple : on part d'acide phosphorique marquant 60° B. et de glycérine marquant 28° B. On chauffe ; l'acide phosphorique réagit sur la glycérine qui est un trialcool (deux fois alcool primaire et une fois alcool secondaire, comme l'indique la formule : $CH^2OH - CHOH - CH^2OH$), pour donner des éthers. La réaction est d'ailleurs très complexe.

On décolore le produit obtenu au noir animal et on traite par le carbonate de chaux. On évapore dans le vide jusqu'au quart du volume primitif et on précipite par l'alcool dénaturé. Enfin on presse, on sèche et l'on pulvérise. On a alors le glycérophosphate de chaux en poudre blanche qui constitue, assure-t-on en médecine, un puissant stimulant. Il correspond à la formule :

$$PO \begin{cases} O - CH^2 - CHOH - CH^2OH \\ O \\ O \end{cases} \!\!> Ca$$

On voit que c'est un monoéther de la glycérine.

Sels de magnésium. — Les sels de magnésie sont produits dans les régions qui nous occupent, par la maison Lafin-Dallier, au Mans. Nous trouverons, dans la région du Midi, deux autres fabricants qui s'occupent de l'extraction du sulfate des eaux de la mer. Enfin, dans la région parisienne, nous avons déjà signalé l'usine de la Pharmacie Centrale, dans la Plaine Saint-Denis.

La production totale de la France est de 80 tonnes de carbonate de magnésie pur et de 20 tonnes de magnésie calcinée.

Nous reviendrons sur la production des sulfates de magnésie calcinée et hydratée dans l'étude de la région du Sud.

Outre l'emploi de ces produits en pharmacie, il faut signaler l'usage du sulfate dans l'apprêt des étoffes et celui du carbonate dans la confection de certaines poudres et fards, et dans la fabrication du caoutchouc.

Quant à la magnésie, elle n'est guère employée que comme médicament ; elle a cependant quelques autres usages restreints, tels que le brasquage des creusets dans certains cas très particuliers, l'emploi comme réactif, etc.

L'industrie du sulfate de magnésie n'est pas très prospère en France. Le tableau suivant, qui résume les importations et les exportations, le montre clairement :

*Importations et exportations de sulfate de magnésie* (en tonnes).

| ANNÉES | IMPORTATIONS | EXPORTATIONS | ANNÉES | IMPORTATIONS | EXPORTATIONS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1886 | 144 | 250 | 1892 | 821 | 295 |
| 1887 | 246 | 153 | 1893 | 860 | 284 |
| 1888 | 440 | 302 | 1894 | 537 | 290 |
| 1889 | 314 | 234 | 1895 | 974 | 224 |
| 1890 | 639 | 223 | 1896 | 997 | 189 |
| 1891 | 594 | 251 | 1897 | 1 317 | 324 |

Sels de zinc. — Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons déjà dit au sujet du sulfate et du chlorure de zinc.

Quant à l'oxyde qui est, comme on le sait, très employé en peinture, nous en trouvons une fabrique, située à Portillon, près de Tours, et appartenant à MM. Bruzon et Cie. Cette importante usine est la seule qui fabrique tous les produits suivants : mine orange, litharge, minium, céruse et blanc de zinc. Elle produit 400 à 500 tonnes de blanc de zinc.

A propos de la région du Nord, nous avons omis de parler de l'usine de la Société des blancs de zinc, céruse et minium de Montdidier (Somme). Cette usine, venant d'être créée, ne rentrait pas dans notre étude qui porte sur la production en 1899 ; nous pouvons toutefois ajouter qu'elle est montée pour produire 600 tonnes de blanc de zinc par an.

La production française se répartissait en 1899 entre trois usines, dont deux appartiennent à la région parisienne. La production totale a été de 3 200 tonnes.

Sels de fer. — Le sulfate de fer est produit, dans les régions de l'Est et du Nord-Est, par quelques forges, notamment par la Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry ; dans la région de l'Ouest, par la Société des Produits chimiques d'Hennebont ; dans la région du Centre, par la Compagnie de Saint-Gobain, à Saint-Fons ; par la maison Kessler et Cie, de Clermont-Ferrand ; par la maison Nérard, de Pierre-Bénite, et les forges de Vierzon (Cher).

La production peut être évaluée à 5 000 tonnes.

Le chiffre que nous avons donné pour la région du Nord, qui était de 9 000 tonnes, doit être porté à 12 000 tonnes ; nous avions oublié de compter la Compagnie de Saint-Gobain, à Chauny. Cette importante Société fait, en effet, du sulfate de fer dans quatre de ses usines à Chauny, à Saint-Fons, à l'Oseraie et à Marennes.

La production totale de la France est de 30 à 32 000 tonnes.

Sels de nickel. — Nous avons une rectification à apporter pour l'industrie des sels de nickel. Nous avions dit que la maison Malétra était seule à fabriquer ces produits; la maison Chenal, Douilhet et Cie (ancienne maison Billaut) en fait également, à l'usine de Billancourt.

La production totale pour la France est de 30 tonnes.

Sels d'aluminium. — Il est fait peu d'aluns et de sulfate d'alumine dans les régions qui nous occupent. Nous ne trouvons guère que la maison Kessler, à Clermont-Ferrand ; la Société « l'Alumine et ses dérivés », qui a son usine à Givors (Rhône), et la Société Industrielle de Landerneau.

La production peut être évaluée à 2 000 tonnes de sulfate d'alumine. Celle de l'alumine est insignifiante.

Sels d'étain. — La fabrication des sels d'étain a une très grande importance dans la région de Lyon et de Saint-Étienne.

On sait que les deux sels d'étain qui ont une importance industrielle sont le chlorure stanneux $SnCl^2$, qui est très employé en teinturerie (Rouen en consomme de grandes quantités), et le chlorure stannique ($SnCl^4$) dissous, que l'on nomme dans le commerce bichlorure d'étain. Ce produit sert à charger la soie; Lyon est un gros centre de consommation.

Les principaux fabricants sont : M. Chevalier, à Villeurbanne ; MM. Gillet et fils, à Lyon, et la maison Bonnet, Ramel, Savigny, Giraud et Marnos.

On nous assure que la production serait de 6 à 8 000 tonnes, mais nous n'avons pas encore pu contrôler ce chiffre.

Sels de plomb. — *Minium.* — Nous rencontrons trois fabriques de minium : la première, qui relève de la région de l'Ouest, est située à Couëron (Loire-Inférieure) et appartient à la Société des Mines de Pontgibaud ; la seconde est l'usine de MM. Bruzon et Cie, à Portillon (région du Centre) ; la troisième se trouve à Poissons (Haute-Marne) (région du Nord-Est) et appartient à M. Despaignes.

La production totale de ces trois usines est de 3 300 tonnes.

*Céruse.* — Dans la région du Nord-Est, nous trouvons deux fabriques près de Bar-le-Duc (Meuse); elles appartiennent, l'une à MM. Prat et Cie, l'autre à Mme Vve de Montluc. Dans le Centre, il y a l'usine de MM. Bruzon et Cie.

La production de ces trois usines est de 2 400 tonnes.

Quant à la production de la région du Nord, elle a bien été de 19 000 tonnes en 1899, comme nous l'avons dit ; mais l'usine de Montdidier la portera à près de 20 000 tonnes en 1900.

La production des autres régions, qui nous avait été indiquée comme n'étant que de 1 000 tonnes, dépasse ce chiffre de plus du triple.

Sels de cuivre. — Le sulfate de cuivre est produit, en très petites quantités, dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest.

Nous verrons, au contraire, quand nous étudierons les régions du Sud-Est et du Sud-Ouest, que la production de ces régions est très élevée.

Sels de mercure, d'argent, d'or et de platine. — Nous n'avons rien à ajouter à ce qui a été dit précédemment.

*(A suivre.)*

Léon Guillet,
*Ingénieur des Arts et Manufactures, Licencié ès Sciences.*

## HYDRAULIQUE

### NOTE SUR LES DIMENSIONS A DONNER AUX RÉSERVOIRS des distributions d'eau.

Presque tous les auteurs qui ont étudié la question des réservoirs en maçonnerie, figurant dans les distributions d'eau, déclarent que, pour un volume déterminé de ces réservoirs, volume basé à la fois sur les besoins de la distribution et sur le débit permanent des eaux à distribuer, les dimensions de ces ouvrages se prennent un peu arbitrairement ou tout au moins à la suite de tâtonnements.

C'est ainsi que M. Bechmann, directeur du Service des Eaux de Paris, dit, dans son ouvrage sur les distributions d'eau [1] : « La dépense de construction des réservoirs varie beaucoup avec l'épaisseur de la tranche d'eau qu'ils doivent contenir.

» Plus cette épaisseur est grande, plus la surface est réduite pour une capacité donnée, mais aussi plus l'enceinte doit être résistante; et, si l'on veut obtenir la solution la plus économique, il faut évidemment, dans chaque cas, procéder par voie de tâtonnements. »

Nous nous proposons d'indiquer ici une méthode, dont nous nous servons depuis longtemps pour faire cette détermination de la hauteur d'eau, donnant la solution la plus économique pour la construction d'un réservoir :

(1) Baudry, éditeur, 1888; page 279.

*Formules générales.* — Soit un réservoir de section rectangulaire (fig. 1) avec piliers en maçonnerie pour supporter la couverture.

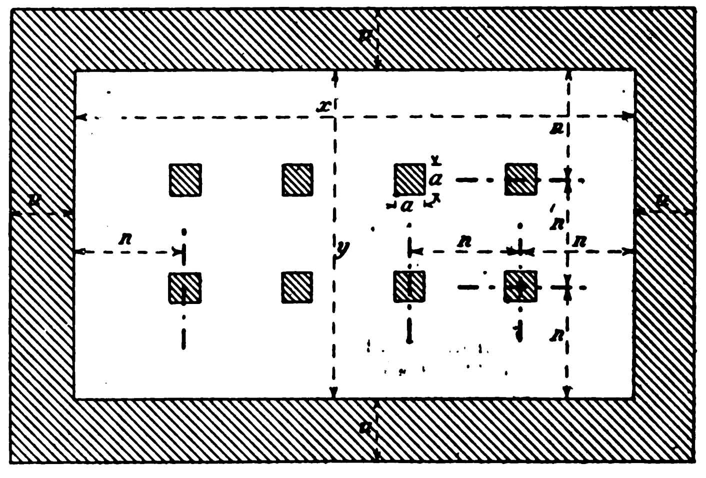



Fig. 1.

Soient :

$x$, $y$, la longueur et la largeur du réservoir ;

$z$, sa hauteur, qui sera en pratique sensiblement égale à la hauteur de la lame d'eau qu'il contiendra ;

$n$, l'espacement des piliers d'axe en axe, de façon (ce qui est habituel) à former des voûtes d'arête à base carrée ;

$a$, le côté de la section carrée de chacun des piliers ;

$u$, l'épaisseur moyenne des murs de pourtour du réservoir ;

$m$, l'épaisseur du radier : cette épaisseur est d'ailleurs, en quelque sorte, indépendante des dimensions du réservoir et se détermine d'après la consistance du sol et les conditions d'étanchéité ;

$m'$, l'épaisseur moyenne de la couverture du réservoir, en voûtes ou en planchers : cette épaisseur est également indépendante des dimensions du réservoir et se détermine d'après les conditions de charge que doit supporter la couverture.

On a : $$xyz = V \text{ (volume déterminé du réservoir).} \qquad [1]$$

Le volume total des maçonneries est donné par la relation :

$$M = 2yzu + xy(m + m') + \left(\frac{x}{n} - 1\right)\left(\frac{y}{n} - 1\right) a^2 z. \qquad [2]$$

On voit, *a priori*, sans qu'il soit nécessaire de le démontrer, qu'une condition pour réaliser le minimum de maçonnerie est d'avoir : $x = y$.

Les deux précédentes relations deviennent donc :

$$x^2 z = V, \qquad [3]$$

et $$M = 4xzu + x^2(m + m') + \left(\frac{x}{n} - 1\right)^2 a^2 z. \qquad [4]$$

L'épaisseur moyenne $u$ des murs de pourtour est fonction de la hauteur de la lame d'eau dans le réservoir. On peut donc écrire :

$$u = f(z). \qquad [5]$$

En éliminant $u$ et $x$ entre les trois équations précédentes on arrivera à la relation :

$$M = F(z), \qquad [6]$$

et la valeur de $z$ qui donnera le minimum de cube de maçonnerie sera celle qui satisfera à :

$$F'_z(z) = 0. \qquad [7]$$

Dans la pratique courante, il est de règle de faire : $u = \frac{z}{3}$.

On obtient ainsi la relation :

$$M = 4x \frac{z^2}{3} + x^2(m + m') + \left(\frac{x}{n} - 1\right)^2 a^2 z, \qquad [8]$$

qui, avec l'équation [3], donne définitivement la valeur de M en fonction de $z$

$$M = \frac{4}{3} z^{3/2} V^{1/2} + \frac{V}{z}(m + m') + \left(\frac{V^{1/2}}{n z^{1/2}} - 1\right)^2 a^2 z,$$

ou $$M = \frac{4}{3} V^{1/2} z^{3/2} + \frac{V}{z}(m + m') + \frac{V a^2}{n^2} + a^2 z - \frac{2}{n} V^{1/2} a^2 z^{1/2}. \qquad [9]$$

La dérivée par rapport à $z$ est :

$$M'_z = 2V^{1/2} z^{1/2} - \frac{V}{z^2}(m + m') + a^2 - \frac{V^{1/2} a^2}{n z^{1/2}}. \qquad [10]$$

La valeur de $z$ donnant le minimum de cube de maçonnerie sera donc donnée par la relation $M'_z = 0$, ou :

$$2V^{1/2} z^{5/2} - V(m + m') + a^2 z^2 - \frac{V^{1/2} a^2}{n} z^{3/2} = 0. \qquad [11]$$

Posons : $z^{1/2} = t$ ; et : $V(m + m') = Y$ ; [12]

on aura : $$Y = 2V^{1/2} t^5 + a^2 t^4 - \frac{V^{1/2} a^2}{n} t^3,$$

ou : $$Y = t^3 \left(2V^{1/2} t^2 + a^2 t - \frac{V^{1/2} a^2}{n}\right). \qquad [13]$$

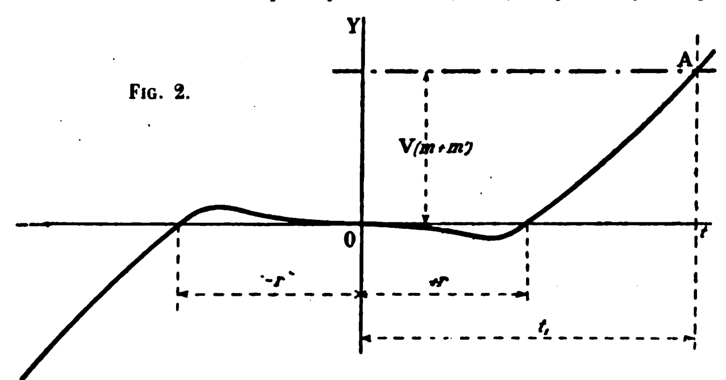
Pour trouver graphiquement les racines de l'équation [11], il suffit de construire la courbe représentée par l'équation [13].

L'intersection de celle-ci avec la droite représentée par l'équation [12] donnera les valeurs de $t$ et, par suite, celles de $z$ cherchées.

L'équation [13] peut se mettre sous la forme :

$$Y = t^3[(t+r)(t-r)], \qquad [14]$$

et la courbe aura la forme que représente la figure 2, et qui est symétrique




par rapport à l'origine, avec point d'inflexion également à l'origine suivant l'axe O$t$ pour tangente.

Le point d'intersection A de cette courbe avec la droite $Y = V(m+m')$, fournit la valeur de $t_1$ et, par suite, celle de $z = (t_1)^2$ qui donne la hauteur de l'eau et par conséquent, en pratique, celle du réservoir correspondant au minimum du cube de maçonnerie.

*Formules simplifiées.* — Ces formules seraient toutefois d'un emploi un peu compliqué en pratique, aussi avons-nous cherché à les simplifier.

Pour cela, on peut sans inconvénient, comme nous le montrerons plus loin par un exemple numérique, négliger le volume des piliers en maçonnerie.

Il suffit donc de faire dans les équations générales ci-dessus : $a = 0$. L'équation [11] devient :

$$2V^{1/2}z^{5/2} = V(m+m'), \qquad [15]$$

d'où :

$$z = \sqrt[5]{\frac{V(m+m')^2}{4}}. \qquad [16]$$

C'est la formule pratique dont nous nous servons habituellement.

On peut remarquer déjà que, dans la formule générale [13], les termes $a^2t$ et $\frac{V^{1/2}a^2}{n} =$ ont très peu d'influence par rapport au terme $2V^{1/2}$, car $a$ est généralement très petit par rapport à V.

*Application numérique.* — D'ailleurs, pour montrer le peu d'influence qu'a, en pratique, au point de vue de cette détermination, le volume des maçonneries des piliers, surtout pour des distributions d'eau d'importance même moyenne (cette importance diminuant encore quand V augmente, c'est-à-dire quand il s'agit de grands projets), nous ferons une application numérique.

Prenons $V = 1\,200$ mètres cubes;
L'épaisseur du radier : $m = 0^m60$;
L'épaisseur moyenne de la couverture : $m' = 0^m40$;
L'espacement des piliers : $n = 4^m$;
Le côté de la section carrée de chaque pilier : $a = 0^m60$.

Les équations générales [12] et [13] deviennent :

$$Y = 1\,200\,(0,60 + 0,40) = 1\,200, \qquad [12']$$

et :

$$Y = t^3\left[2\sqrt{1\,200}\,t^2 + (0,6)^2t - \sqrt{1\,200}\,\frac{0,36}{4}\right], \qquad [13']$$

ou :

$$Y = t^3(69,2t^2 - 0,36t - 3,114).$$

Il est facile de voir que la valeur de $t$ donnant $Y = 1\,200$ est comprise entre 1,8, qui donne $Y = 1,293$ et 1,75, qui donne $Y = 1,122$.

La valeur de $t$ est voisine de 1,77, ce qui donne : $z = (1,77)^2 = 3^m13$.

Si l'on ne tient pas compte des piliers et que l'on applique la formule simplifiée, on obtient :

$$z = \sqrt[5]{\frac{1\,200\,(0,6+0,4)^2}{4}} = \sqrt[5]{300}, \qquad [16']$$

d'où $z = 3^m129$.

On obtient donc la même valeur, comme hauteur du réservoir donnant le minimum de maçonnerie, que l'on se serve de la formule générale ou que l'on emploie la formule simplifiée.

Cette dernière répond bien, par suite, aux besoins de la pratique.

Ch. Vigreux,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## VARIÉTÉS

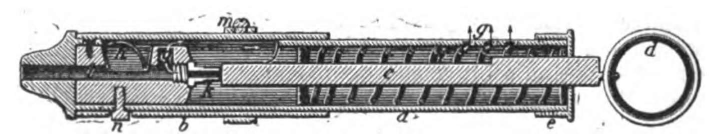
### Nouveau système d'allumeur de mèches.

Tous les spécialistes en questions minières savent combien les mèches de mines offrent de danger lorsqu'on les emploie dans les milieux grisouteux. Au moment de l'inflammation de la mèche, il se produit, en effet, un jet de flammes, qui pourrait devenir la cause de graves accidents dans les atmosphères riches en gaz inflammables.

Cependant, dans ces derniers temps, on a imaginé divers nouveaux appareils qui permettent d'éviter la projection de flammes lors de l'allumage. Tel est l'allumeur de mèches, système Meinhard, dont la *Œsterreich. Zeitschrift für Berg- und Hütten-wesen*, donnait récemment la description. Cet appareil, vu les grands services qu'il peut rendre dans un pays comme la France, où la mèche de mine n'a pas encore été interdite, mérite d'être signalé à l'attention de tous ceux qui ont à lutter avec les difficultés qu'occasionnent les dégagements de gaz grisouteux dans les exploitations minières.

L'appareil se compose essentiellement (voir figure ci-dessous) d'un premier tube $a$ en acier, de 2 millimètres d'épaisseur, sur lequel peut coulisser un deuxième tube $b$ qui, dans sa position fermée, est maintenu par une vis $n$ glissant dans une rainure à baïonnette.

Le piston percuteur $c$ de l'appareil est relié à un ressort en spirale, qui le projette en avant lorsqu'on vient à lâcher l'anneau $d$. Une encoche du piston permet de l'accrocher à l'arrière sur la plaque de



Allumeur de mèches, système Meinhard.

fermeture $e$ du tube $a$, qui est vissée sur ce dernier. On a disposé en $g$ plusieurs petits trous, qui permettent aux gaz refroidis de sortir de l'appareil.

L'ouverture $i$, à l'avant de l'appareil, est destinée à recevoir la mèche, qui est maintenue par un ressort $h$. Enfin en $k$ se place la petite capsule-amorce d'allumage.

Le fonctionnement de l'appareil est des plus simples. On commence par l'ouvrir, en faisant glisser la partie avant $b$ dans sa rainure. Ceci fait on place le piston dans sa position arrière à son cran d'arrêt, puis on adapte sur $k$ la petite capsule d'amorçage et on introduit la mèche. On n'a plus alors qu'à refermer tout l'appareil et à tirer sur l'anneau $d$ afin de projeter le piston percuteur en avant; celui-ci venant frapper l'amorce la fait détonner, et l'inflammation de la mèche se produit.

Pour éviter toute projection de flammes à l'extérieur, il suffit de ne retirer l'appareil qu'après un certain temps.

L'appareil Meinhard, vu sa commodité d'emploi et sa très grande utilité, est déjà fort employé en Autriche et en Allemagne. Il a d'ailleurs subi avec un succès complet les divers essais auxquels on l'a soumis pour prouver le haut degré de sécurité de son emploi. Ces essais ont eu lieu, dans la galerie d'essais de Gelsenkirchen, avec des mélanges de 8 °/₀ de grisou, en air tranquille et avec courant d'air allant jusqu'à 4 mètres par seconde.

### Les Usines d'énergie électrique et l'Administration des Postes et Télégraphes.

Toutes les industries qui empruntent actuellement la voie publique pour y installer, d'une manière régulière, des canalisations électriques, se sont émues dernièrement des engagements que l'Administration des Postes et Télégraphes leur demande de signer et qui se traduiraient par des sommes relativement considérables à verser au Trésor. S'appuyant, à tort ou à raison, sur la loi du 25 juin 1895, relative aux conducteurs d'énergie électrique, cette Administration a, en effet, émis la prétention de faire payer à l'industrie privée le doublement de toutes les lignes téléphoniques et l'entretien desdites lignes doublées, sous prétexte que ce doublement était devenu indispensable pour soustraire les lignes téléphoniques à l'influence des canalisations électriques, installées dans leur voisinage par l'industrie privée. L'Administration prétendait, d'ailleurs, faire payer les frais de ce doublement, ainsi que ceux d'entretien des lignes doublées, non seulement par les Sociétés industrielles qui établissent de nouveaux conducteurs d'énergie électrique, mais même par celles qui possèdent des lignes préexistantes.

Il semble cependant, en se reportant au rapport du 4 juin 1894 de la Commission qui a examiné le projet de loi, qu'il ne puisse y avoir aucune ambiguïté, et qu'en ce qui concerne tout au moins les lignes préexistantes, il ne puisse être question de modifications à la charge des industriels. En ce qui concerne l'entretien des lignes, la question est encore moins controversable, puisque cet entretien ne se trouve inscrit nulle part, ni dans la loi, ni dans les travaux de la Commission; il ne repose sur aucun texte législatif.

Le rapport du 4 juin 1894 a expliqué pourquoi on a fait disparaître du projet du Gouvernement, à l'article 2, un paragraphe spécial indiquant que « le ministre du Commerce déterminerait les mesures à prendre pour la protection des lignes téléphoniques ou télégraphiques ».

Il était, en effet, tout naturel que la Commission de la Chambre ne laissât pas à l'omnipotence d'une Administration d'État le moyen

de troubler les services publics organisés en faveur des habitants d'une cité; c'est pourquoi la solution qui a paru au sein de la Commission la plus équitable et la plus prudente a été d'introduire dans le projet de loi un article concernant la création, au Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, d'un comité mixte qui a pris le nom de « Comité supérieur d'électricité ». L'intention du législateur, en créant ce comité, était, par un paragraphe additionnel de l'article 7 de la loi du 25 juin 1895, de garantir les particuliers « contre tout veto émanant de l'Administration des Postes et Télégraphes, agissant souverainement au nom des intérêts qu'elle représente ».

Il est intéressant, sur cette question, de comparer les tendances de l'Administration en France avec les règles préconisées à l'étranger. En ce qui concerne notamment l'Allemagne, la Suède et la Suisse, le tiers des frais incombe toujours à l'Administration, même lorsque son réseau est préexistant. Il semblerait donc qu'en France on dût s'inspirer de traditions plus libérales et, dans tous les cas, plus conformes à ce qui est la pratique constante dans des pays qui peuvent servir, au point de vue des organisations télégraphiques, de modèle et de précédent à tous les autres États civilisés.

Du reste, les administrations fédérales suisses ne semblent pas trouver équitable de laisser à la charge de l'industrie privée les deux tiers des frais de doublement des fils et de l'entretien des canalisations complétées, et, d'après les nouvelles les plus récentes, les Chambres fédérales auraient décidé de mettre à la charge de l'État les dépenses complètes de doublement et d'entretien des fils.

C'est qu'en effet il est impossible, dans les conditions actuelles d'emploi des réseaux téléphoniques, de considérer un réseau à un seul fil comme répondant aux besoins du public. Par conséquent, c'est à l'État qu'il appartient de faire les frais des dépenses complémentaires pour l'installation convenable des réseaux; c'est lui qui touche les abonnements, c'est donc lui qui doit mettre les réseaux en état de fonctionner convenablement.

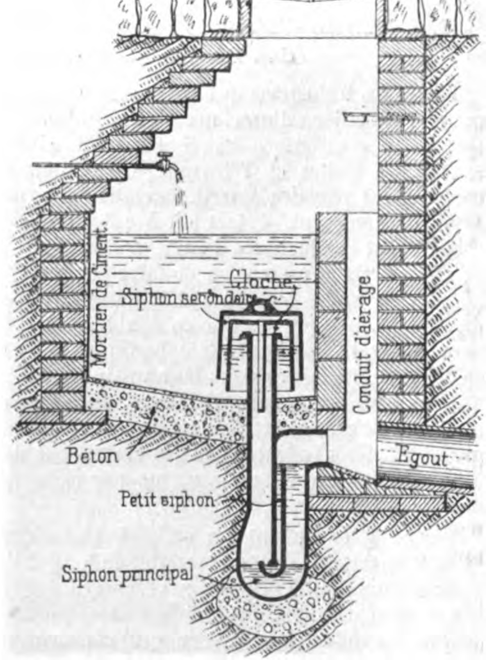
Il est à prévoir que les prochaines réunions du Comité supérieur d'électricité viendront apporter leur contingent d'interprétation et des données utiles sur cette grave question, qui touche à l'un des problèmes les plus intéressants du développement des industries en France.

---

### Réservoir de chasse à siphon automatique.

Les égouts ou partie d'égouts, où l'écoulement n'est pas suffisant pour entretenir la propreté, sont généralement pourvus de réservoirs de chasse automatiques, qui laissent écouler brusquement dans l'égout, à intervalles de temps réguliers, un grand volume d'eau.

La figure ci-dessous, que nous empruntons à l'*Engineer*, représente un réservoir de chasse avec siphon automatique du système Walker, qui est actuellement très employé aux États-Unis.



Réservoir de chasse à siphon automatique.

Le réservoir est constitué par une chambre en briques ou en béton, de forme et de capacité convenables, dans laquelle est construit le conduit vertical d'aérage de l'égout. Le siphon principal, en fonte, en contient un autre, plus petit, servant à l'amorçage. Sur la grande branche du siphon est placée une cloche en fonte, portant extérieurement deux conduits qui aboutissent à un tuyau, descendant sur une faible longueur dans le siphon.

Lorsqu'une chasse a eu lieu, le siphon principal reste plein d'eau jusqu'au niveau de l'orifice de l'égout. Le réservoir commence alors à se remplir par l'écoulement de l'eau provenant du petit robinet d'alimentation, que l'on peut régler à volonté, de façon à déterminer la durée du remplissage du réservoir.

L'eau, en montant, commence par obstruer l'intervalle compris entre la cloche et la branche du siphon; elle ferme ensuite les orifices des conduits, qui constituent un siphon secondaire. Pendant que l'eau monte, sa pression comprime l'air contenu dans la grande branche du siphon et refoule l'eau qui en remplissait la partie inférieure, jusqu'à ce que son niveau s'abaisse au-dessous du point bas du petit siphon, à travers lequel l'air s'échappe alors subitement. Cet échappement supprime la pression qui résistait à la charge d'eau du réservoir, et l'eau s'écoule aussitôt à travers le siphon dans l'égout, jusqu'à ce que le réservoir soit vide.

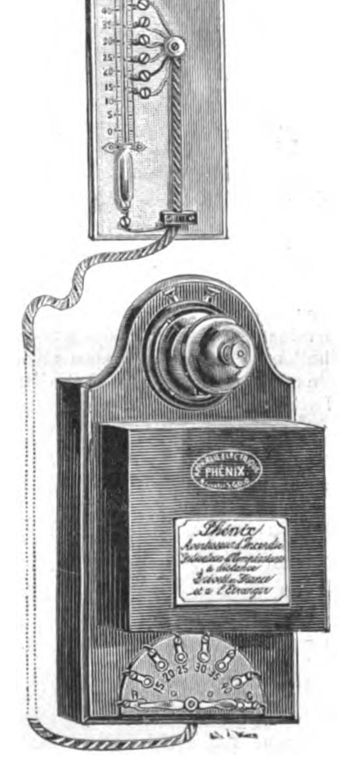
Il reste alors de l'eau dans la partie inférieure du siphon principal, tandis que le siphon secondaire de la cloche laisse entrer dans ce siphon principal la quantité d'air convenable. Le réservoir peut donc se remplir à nouveau jusqu'à ce que se fasse la chasse suivante.

---

### Indicateur de température à distance, avertisseur automatique d'incendie.

On sait combien il est important, dans certaines industries, que la température, dans une salle donnée, ne dépasse pas un degré fixé. Dans d'autres cas, une élévation anormale de la température serait le signe d'un commencement d'échauffement ou d'incendie, dont il conviendrait également d'être prévenu aussitôt que possible.

L'appareil que représenté la figure ci-jointe (1) a précisément pour but de fonctionner comme avertisseur toutes les fois que la température s'élève au delà d'un point déterminé, que l'on peut d'ailleurs modifier à volonté.



Indicateur de température à distance, avertisseur automatique d'incendie.

La partie essentielle de cet appareil est un thermomètre dans le tube duquel on a inséré, de 5 en 5 degrés par exemple, des fils de platine faisant saillie à l'intérieur, de telle sorte qu'ils soient rencontrés successivement par le mercure lorsque celui-ci monte au degré correspondant à chacun d'eux.

Chacun de ces fils de platine est relié par un conducteur électrique à l'un des boutons ou contacts d'un tableau indicateur ou commutateur. Ces boutons, disposés en demi-cercle, portent chacun le degré correspondant au fil de platine auquel ils sont reliés.

Au centre du demi-cercle est installée une aiguille dont l'extrémité peut venir au contact de l'un quelconque des boutons. L'axe de cette aiguille est relié par un fil conducteur à un fil de platine inséré dans le réservoir du thermomètre dont il touche le mercure.

Sur ce dernier fil conducteur son intercalées les piles et une sonnerie électrique.

Cet appareil fonctionne de la façon suivante : supposons que l'on veuille être prévenu dès que la température, dans une salle, dépasse 35°. On installera dans cette salle le thermomètre de l'appareil et, dans l'endroit où le signal doit être donné, le tableau commutateur, dont on amènera l'aiguille au contact du bouton 35°.

Dans ces conditions, le circuit de la sonnerie se trouvera fermé et celle-ci fonctionnera dès que le mercure du thermomètre atteindra le fil de platine inséré au degré 35 du thermomètre.

Un appareil, dont le thermomètre est disposé comme celui que nous venons de décrire, permet de se rendre compte, de 5 en 5 degrés, à distance, de la température régnant dans la salle où il est installé. Il suffit pour cela d'amener l'aiguille du commutateur successivement sur chacun des contacts, en commençant par la température la plus élevée. Dès que l'aiguille touche un bouton correspondant à un fil de platine atteint par le mercure du thermomètre, la sonnerie fonctionne.

Cet appareil, imaginé par M. Vila, et connu sous le nom de « Phénix », peut être, en particulier, d'une grande utilité à bord des navires pour prévenir de toute élévation anormale de température, soit dans les soutes à charbon, soit dans celles à munitions.

Il vient, à cet effet, d'être soumis, en Espagne, à bord du *Navarra* et du *Carlos V*, à des essais à la suite desquels son adoption a été décidée pour tous les vaisseaux, poudrières et magasins d'explosifs de la marine espagnole.

(1) Cet appareil figure à l'Exposition, dans l'annexe espagnole de l'avenue de Suffren.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 9 juillet 1900.*

**Chimie.** — *Gaz combustibles de l'air : air de la mer. Existence de l'hydrogène libre dans l'atmosphère terrestre.* Note de M. Armand Gautier.

M. A. Gautier a montré [1] qu'à mesure qu'on s'éloigne des centres populeux et des lieux où croissent les végétaux, les hydrocarbures de l'air disparaissent et que sur les grandes montagnes, à une altitude où il n'y a plus que quelques plantes rabougries, et où le sol est entièrement rocheux, on ne trouve dans l'atmosphère que des traces d'hydrocarbures (un peu plus de 2 centimètres cubes par 100 litres), tandis que l'hydrogène persiste à la dose d'environ 2 dix-millièmes (17,5 à 24 centimètres cubes). Quoique presque dénué d'humus, le sol, sur les pics élevés, est encore le siège d'une lente fermentation due à la décomposition des maigres végétaux et des bactéries qu'il nourrit; l'air reçoit ces émanations et celles qui proviennent des vallées sous-jacentes. Il importait donc, pour établir l'origine locale (tellurique ou végétale) des hydrocarbures de l'air, de se placer dans des conditions où le sol et les plantes n'interviennent pour ainsi dire plus.

L'auteur a pensé que l'air de la mer devait contenir le minimum de souillures d'origine terrestre.

Trois expériences qu'il a effectuées, au phare des Roches-Douvres, sur les côtes de Bretagne, lui ont donné comme moyenne pour 100 litres d'air calculé sec à 0° et 760 millimètres :

$$H = 1^{mgr}21 \qquad C = 0^{mgr}0.$$

Cette dernière série d'expériences confirme donc entièrement les prévisions résultant des observations antérieures de M. A. Gautier, sur l'air des bois et surtout des hautes montagnes. Il a obtenu, en effet, dans ses dosages successifs de carbone des hydrocarbures de l'air pour 100 litres d'air calculé sec à 0° et 760 millimètres :

| | | |
|---|---|---|
| Air des villes populeuses. . . | milligr. | 6,80 |
| — des bois. . . . . . . . . . . . . | | 3,40 |
| — des pics rocheux . . . . . . . . | | 0,66 |
| — de la mer. . . . | trace inférieure à | 0,03 |

L'auteur conclut de ses différentes expériences que l'air pur contient normalement environ 2 dix-millièmes de son volume d'hydrogène libre, auquel vient s'ajouter, grâce aux exhalaisons et fermentations du sol, des végétaux, des animaux, ou apportées par les industries humaines, une certaine proportion d'hydrocarbures dont la quantité, relativement grande dans les villes populeuses, plus petite à la campagne, très faible sur les plateaux rocheux et les pics des hautes montagnes, devient presque nulle dans l'air pur soufflant des régions élevées de l'atmosphère.

**Chimie minérale.** — *Constitution chimique des aciers; influence de la trempe sur l'état de combinaison des éléments autres que le carbone.* Note de MM. Carnot et Goutal.

Comme suite à leurs études sur la constitution chimique des aciers, MM. Carnot et Goutal ont cherché si la trempe est susceptible de modifier l'état de combinaison des divers éléments contenus dans les produits de la sidérurgie.

Leurs déterminations nouvelles ont porté sur le soufre, le phosphore, l'arsenic, le cuivre et le nickel.

*Soufre. Phosphore.* — L'état de combinaison du soufre ou du phosphore dans les aciers manganésés n'est pas modifié par la trempe.

*Arsenic.* — Il paraît hors de doute que les aciers à l'arsenic lentement refroidis ne contiennent que de l'arsenic non combiné, tandis que les aciers trempés contiennent également un arséniure de fer. Les auteurs de la Note adoptent pour ce dernier la formule $Fe^3As$, comme probable ou du moins très voisine de la véritable, tout en admettant qu'il puisse exister, dans les aciers au cuivre, un arséniure simple ou double, plus riche en arsenic.

L'arsenic agit donc dans les produits sidérurgiques, à la façon du carbone : il donne par la trempe des composés définis, tandis que, sous l'influence d'un lent refroidissement, il s'isole de toute combinaison.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 158 et n° 11, p. 194. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

Il est intéressant de remarquer combien est différent le rôle que jouent l'arsenic et le phosphore, puisque celui-ci se trouve toujours entièrement combiné, tandis que l'arsenic ne se trouve combiné, totalement ou partiellement, que dans les aciers trempés et qu'il est absolument libre dans les aciers refroidis lentement.

*Cuivre.* — La plus grande partie du cuivre ne contracte pas d'alliage défini avec le fer dans les produits sidérurgiques à faible teneur, trempés ou non.

*Nickel.* — Les mêmes procédés d'attaque appliqués aux aciers trempés de faible teneur en nickel n'ont pas permis une séparation assez nette pour fournir des conclusions certaines.

**Géologie.** — *Sur de nouvelles constatations dans la rivière souterraine de Padirac (Lot).* Note de M. E.-A. Martel, présentée par M. Albert Gaudry.

Les trois dernières explorations effectuées à Padirac (Lot) par M. E.-A. Martel, lui ont fourni de nouveaux résultats qu'il communique à l'Académie.

Ses recherches de 1899 et 1900 allongent d'environ 400 mètres l'étendue accessible de la rivière souterraine de Padirac, dans la direction générale de l'ouest.

Le fait le plus intéressant est celui de la production *récente* de l'éboulement de la galerie Bel : ce cataclysme, en effet, a établi, tout à fait accidentellement, une dénivellation, que l'auteur évalue *grosso modo* à 1 mètre, entre la rivière du Furan (aval) et la galerie Albe (amont).

Les remarques qui s'en déduisent établissent que la rivière de Padirac n'ayant plus, malgré ses crues temporaires de 4 mètres et plus parfois, un débit pérenne suffisant pour contre-balancer les causes de *remplissage* dues au développement des concrétions, d'une part, et aux effondrements intérieurs, d'autre part, doit bien être considérée comme ayant terminé la période de son creusement ou de son agrandissement, et comme étant entrée dans la phase du comblement ou de l'oblitération. Une fois de plus, tout ceci démontre quelle considérable déchéance ont encourue les précipitations atmosphériques, les ruissellements superficiels et les infiltrations souterraines depuis l'époque (fin du tertiaire ou début du quaternaire) où les eaux commencèrent à agrandir les fissures naturelles du sol pour les transformer en cavernes.

**Mécanique.** — *Démonstration de la rotation de la Terre, par l'expérience de Foucault réalisée avec un pendule de 1 mètre.* Note de M. Alphonse Berget, présentée par M. Lippmann.

En se basant sur l'invariabilité du plan d'oscillation du pendule, Foucault a le premier donné une preuve expérimentale directe de la rotation de la terre.

M. A. Berget a pensé qu'il serait possible de réaliser cette expérience sans avoir besoin d'une grande hauteur de sable, tout en augmentant la sensibilité et la précision de la méthode.

Il s'est servi, à cet effet, d'un pendule de 1 mètre de longueur formé d'un tige cylindrique de bronze, filetée à ses deux extrémités sur une certaine longueur, et portant à sa partie inférieure une masse cylindrique de cuivre pesant 2 kilogr. Il décrit, en détail, les différents dispositifs de cet appareil, et explique les expériences concluantes que celui-ci lui a permis de réaliser.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Puissantes locomotives du type Consolidation.** — Les locomotives du type Consolidation sont probablement les plus employées, en Amérique, pour le remorquage des trains lourds de marchandises, bien qu'il soit fait aussi largement usage pour ce service de locomotives à six essieux, comme l'a déjà signalé le *Génie Civil* [1].

Quoi qu'il en soit, la tendance actuelle est d'accroître les dimensions et la puissance des locomotives à marchandises, dans le but de profiter des économies réalisables par l'emploi de trains lourdement chargés.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 6, p. 94.

A ce propos, l'*Engineering News*, du 17 mai, donne la description de deux puissantes locomotives du type Consolidation, qui viennent d'être construites l'une *a* pour l'Illinois Central R. R., l'autre *b* pour le Cleveland, Cincinnati, Chicago and Saint-Louis Railway.

Le tableau ci-après en reproduit les caractéristiques principales :

| Locomotive | | *a* | *b* |
|---|---|---|---|
| Type . . . . . . . . . . . . . . . . | | Consolidation | Consolidation |
| Constructeur. . . . . . . . . . . . . | | Rogers | Richmond |
| Diamètre des roues motrices. | mètres. | 1,45 | 1,42 |
| Empattement — | — | 4,75 | 4,95 |
| — total . . . . . | — | 7,45 | 7,37 |
| Poids adhérent. . . . . . . | tonnes. | 89,9 | 73,5 |
| — total. . . . . . . . . | — | 99 | 81,7 |
| Nombre de cylindres . . . . . . . . | | 2 | 2 |
| Dimens. — | mètres. | 0,58×0,76 | 0,56×0,76 |
| — de la chaudière . . | — | 2,03 | 1,83 |
| Pression de vapeur. . . . . | kilogr. | 14,7 | 14 |
| Nombre de tubes. . . . . . . . . . . | | 417 | 376 |
| Longueur des tubes. . . . . | mètres. | 4,16 | 4,10 |
| Surface de chauffe { des tubes | mètr. carrés. | 265,59 | 236,07 |
| Surface de chauffe { totale . . | — | 288,27 | 252 |
| Surface de grille . . . | — | 3,47 | 3,04 |

#### CONSTRUCTIONS CIVILES

**L'arsenal du 74e régiment, à Buffalo (États-Unis).** — L'arsenal du 74e régiment de la National Guard, qui vient d'être construit à Buffalo, est l'un des plus grands des États-Unis. Il occupe une surface d'environ 168 mètres sur 76 mètres et se compose de deux bâtiments adjacents, de largeur et de hauteur différentes : l'un est un hall de manœuvres, l'autre le bâtiment d'administration avec salle de conférences, salle de réception, gymnase, etc. Ce second bâtiment comporte trois étages sur un soubassement, tandis que le hall de manœuvres, qui mesure environ 73 mètres sur 95 mètres, n'a qu'un étage reposant sur un soubassement partiel. Le plan général est un rectangle, avec des tours aux quatre angles et au milieu des longs côtés; l'entrée principale, placée dans l'un des petits côtés, est elle-même flanquée de deux tours.

L'*Engineering Record*, du 9 juin, donne une description détaillée de cet arsenal et, en particulier, des charpentes en fer du bâtiment d'administration et du hall de manœuvres. Le toit de ce dernier est supporté par sept fermes principales, à trois articulations, dont la portée est de 69m20 d'axe en axe des articulations extrêmes, et par deux fermes d'arêtiers semblables aux demi-fermes principales. L'intrados de ces fermes est en forme d'arc; l'extrados, vertical jusqu'aux chéneaux, se recourbe ensuite parallèlement à l'intrados. Le rayon de l'intrados est de 45m70, sauf aux extrémités, où il est de 18m30. L'articulation supérieure est à une hauteur de 28m65 au-dessus du niveau des deux autres articulations. Le sol est à 0m70 au-dessus de ce niveau; la largeur libre de l'espace couvert est de 67m35.

#### CONSTRUCTIONS NAVALES

**Le « Von Podbieski », navire poseur de câbles.** — Dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 9 juin, M. J. Schütte fait une étude détaillée du *Von Podbieski*, le navire poseur de câbles, que le Lloyd allemand a récemment fait construire à Port-Glasgow. Cet article reproduit les renseignements généraux déjà donnés à ce sujet par le *Génie Civil* [1] et les complète par de nombreux détails concernant principalement les machines motrices.

#### MÉCANIQUE

**Manœuvre des ponts tournants par l'électricité aux États-Unis.** — Depuis quelques années, des mécanismes de commande électrique ont été appliqués, aux États-Unis, à un certain nombre de ponts tournants. Ces mécanismes ont, comme avantages principaux, d'être économiques de fonctionnement et de procurer de plus grandes facilités pour les manœuvres du pont qui se font, en outre, plus rapidement. Actuellement ce système est appliqué à des ponts de chemins de fer aussi bien qu'à des ponts-routes, de grande et de petite taille.

L'*Engineer*, du 8 juin, décrit quelques-unes de ces applications.

Le pont qui traverse le Saint-Louis à Duluth et

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 26, p. 432.

relie cette ville à West Superior, comporte une travée tournante de 149m 65 de longueur, composée de deux poutres principales espacées de 8m 70 d'axe en axe, entre lesquelles sont installées deux voies de chemins de fer, et qui supportent latéralement, de chaque côté, un tablier de 2m 75 de largeur pour les voitures et les tramways, et un trottoir de 1m 20. La plaque tournante de support, qui a 12m 20 de diamètre, est actionnée, en deux points opposés, par deux moteurs électriques de 50 chevaux. Deux minutes suffisent pour la manœuvre du pont. L'auteur donne une description détaillée du mécanisme.

Le nouveau pont de chemin de fer qui traverse le Mississipi à Davenport a une travée tournante de 134m 70 de longueur. Il est actionné par deux moteurs électriques de 30 chevaux au moyen d'un mécanisme particulièrement intéressant.

Le pont de Newark, dont la travée tournante a 69m 20 de longueur et pèse 450 tonnes, est actionné par un électromoteur de 100 chevaux.

La travée tournante du pont de Charlestown, à Boston, qui vient d'être terminée, est également actionnée par l'électricité. Sa longueur est de 73m 15 et sa largeur de 30m 50 ; elle pèse 1 200 tonnes et est actionnée par deux moteurs de 28 chevaux.

L'auteur signale ensuite le pont tournant de l'avenue Hamilton, à Brooklyn. Long de 45m 70, large de 12m 50 et pesant 175 tonnes, il est manœuvré par l'électricité en 50 secondes.

A Chicago, il y a 46 ponts mobiles dont le fonctionnement est à la charge de la ville. Treize d'entre eux sont actionnés par l'électricité, qui a été substituée à la vapeur ; onze sont des ponts tournants, les deux autres sont des ponts à bascule.

Quelques-uns des ponts de chemins de fer, à Chicago, sont également actionnés par l'électricité, y compris un pont à bascule à quatre voies et un pont tournant à culasse à simple voie. Ce dernier a déjà été décrit dans le *Génie Civil* (1).

A Middletown, un pont à déplacement vertical, jeté sur le canal, est également actionné par l'électricité : sa longueur est de 10m 35, sa largeur de 20m 10 et sa course en hauteur de 2m 70. Il pèse 46 tonnes et est équilibré par des contrepoids, de sorte que le moteur électrique n'a à vaincre que les frottements et l'inertie. L'ouverture du pont s'effectue en une minute et quart.

**Les transmissions télédynamiques.** — M. A Ehrlich, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 23 mai, étudie en détail les dispositions adoptées pour les transmissions de mouvement par câbles métalliques et s'attache en particulier à montrer quel est le mode le plus rationnel de construction de la poulie motrice. Il fait ressortir les avantages de ces transmissions dans les exploitations minières, tant au point de vue du coût d'établissement qu'à celui de l'entretien facile. Après quelques considérations théoriques sur l'importance des efforts transmis par les câbles, sur les pertes dues aux frottements et sur le rendement de ces transmissions télédynamiques, il décrit quelques dispositifs adoptés dans les exploitations de la Vereinigte Mathilde-Grube, à Lipine, en Allemagne.

### MINES

**Exploitation des couches de charbon jumelles.** — Dans l'*Engineering and Mining* des 12, 19 et 26 mai, M. W. S. Gresley étudie en détail l'exploitation des couches de charbon jumelles.

Par couches de charbon jumelles, l'auteur entend soit : *a)* deux couches de charbon distinctes géologiquement, qui se trouvent au voisinage l'une de l'autre, c'est-à-dire qu'elles sont séparées par une couche de rocher assez mince pour qu'au point de vue de leur exploitation elles puissent être regardées comme un tout en ce qui concerne les puits et les galeries souterraines creusées pour le travail ; soit : *b)* deux divisions (splits) d'une seule et même couche géologique bien définie, c'est-à-dire ayant un nom ou un numéro d'ordre dans le groupement auquel elle appartient.

Il est évident que toutes les couches de charbon jumelles ne peuvent pas être exploitées d'après la même méthode, le choix de la méthode à adopter dépendant, dans chaque cas, d'un ensemble de circonstances telles que l'épaisseur des couches, leur pendage, leur profondeur, les caractères du charbon, le prix de la main-d'œuvre, etc.

Pour poser des règles pour l'exploitation des couches de charbon jumelles, il convient donc de se baser, dans chaque cas particulier, sur les conditions locales et sur les renseignements qu'il est possible d'obtenir sur l'exploitation plus ou moins favorable de couches de charbon de cette catégorie.

C'est dans le but de faciliter cette étude, que M. Gresley publie les renseignements relatifs à des exploitations de couches de charbon jumelles dont il a eu connaissance ou qu'il a dirigées lui-même, cette publication étant faite dans l'espoir que d'autres Ingénieurs tiendront à leur tour à contribuer à cette recherche.

L'auteur a subdivisé son étude de la façon suivante :

1° Méthode par chambres et piliers (11 exemples) : *a)* pendage faible ou modéré, *b)* pendage considérable ;

2° Grande taille modifiée (3 exemples) ;

3° Grande taille (6 exemples) : *a)* plateur et pendage commodes ; *b)* couches inclinées.

Des figures accompagnant chacun des exemples, permettent d'en suivre la description.

### TRAVAUX PUBLICS

**Pont-levis à bascule roulante, à huit voies, sur le Chicago Drainage Canal (États-Unis).** — Le Chicago Drainage Canal devant constituer une voie navigable, reliant les grands lacs au Mississipi, tous les ponts qui le croisent ont dû être projetés avec une travée mobile, mais, le canal ne devant pas être livré à la navigation avant plusieurs années, on a pu s'abstenir provisoirement d'installer les mécanismes de manœuvre de ces travées.

De tous ces ponts, le plus important sera celui à bascule roulante, du type Scherzer, que l'on installe actuellement à Chicago même, et dont l'*Engineering News*, du 24 mai, donne la description.

Au point considéré le canal est croisé par huit voies de chemin de fer placées côte à côte et appartenant à trois Compagnies différentes. Ces Compagnies refusèrent d'accepter le pont tournant que voulait faire installer l'Administration du canal. Elles faisaient observer, en effet, qu'en cas d'accident empêchant la fermeture de ce pont unique, le trafic de leurs trains serait complètement interrompu, et que, d'autre part, ce trafic serait constamment gêné parce que la pile centrale et les culées du pont tournant obstrueraient et rétréciraient le passage des bateaux, obligeant ces derniers à ne passer que lentement. C'est alors que l'on se décida à construire un pont du type Scherzer qui, provisoirement, sera installé comme pont fixe en omettant toutes les parties qui servent à obtenir sa mobilité.

Ce pont est un pont biais de 37m 65 de largeur totale, franchissant le canal sous un angle de 68°21′40″. La travée principale sera composée de poutres en caisson, de 45m 70 de longueur et de 6m 80 de hauteur au milieu, laissant un passage libre de 36m 60 de largeur et 5m 70 de hauteur. Cette passe navigable sera comprise entre deux piles reliées aux rives par des travées droites de 29m 70 de longueur. La construction des piles et des culées, commencée le 23 mai 1899, a été terminée au mois de janvier dernier.

La superstructure se composera de quatre ponts parallèles à double voie, espacés l'un de l'autre d'environ 0m 15, et pouvant être manœuvrés ensemble ou séparément. Leur ouverture ou leur fermeture s'effectuera en 30 secondes, sous l'action de huit moteurs électriques de 40 chevaux chacun, placés quatre de chaque côté du canal.

### DIVERS

**La production et la consommation de la gutta-percha dans l'avenir.** — L'*Engineering*, du 8 juin, contient un article sur la gutta-percha où l'auteur discute, en particulier, la question de la consommation et de la production de cette substance dans l'avenir.

La gutta-percha est produite presque exclusivement par des arbres croissant à Bornéo, Sumatra et dans l'archipel malais. Elle se récolte sous forme liquide et le mélange des différents sucs récoltés est vendu dans cet état. On le coagule ensuite en le versant dans l'eau bouillante, et c'est seulement alors que l'acheteur peut s'apercevoir si le mélange qu'il s'est procuré est de bonne qualité.

La récolte de la gutta-percha a pour résultat la destruction des arbres qui la produisent, et l'auteur regrette qu'il n'y ait aucun moyen d'empêcher cette destruction. Le gouverneur anglais de Bornéo a pu faire à ce sujet, un décret, la difficulté est d'en assurer l'application en pratique.

La gutta-percha est employée, pour la plus grande partie, dans la fabrication des câbles sous-marins, où elle ne pourrait pas être remplacée par le caoutchouc. Plongée dans l'eau et protégée de l'action de la lumière solaire, elle conserve indéfiniment ses propriétés.

Les exportations de gutta-percha de Singapour ont été, l'an dernier, de 4 600 tonnes ; elles ont constamment augmenté depuis 1844. Les importations en Angleterre ont passé, de 1890 à 1896, de 3300 tonnes à 1 500 tonnes, la consommation d'autres pays et, en particulier, de l'Allemagne, s'étant considérablement accrue dans ces dernières années. La quantité de gutta-percha consommée varie avec la fabrication des câbles sous-marins, un câble comme celui de Brest à New-York exigeant 550 tonnes de gutta-percha de la meilleure qualité, dont la valeur est actuellement de 16 fr. 50 le kilogramme.

Étant donnée l'intention de la France et de l'Allemagne d'installer des câbles sous-marins indépendants de Londres, il est fort à souhaiter que l'on arrive à empêcher d'une façon efficace la destruction continue des arbres producteurs de gutta-percha.

## Ouvrages récemment parus.

**Analyse électro-chimique**, par Edgar-F. Smith, professeur de chimie à l'Université de Pennsylvanie ; *traduction* d'après la deuxième édition américaine, revue et augmentée, par Joseph Bosset, Ingénieur civil des Mines. — Un volume in-18 jésus de xvi-203 pages, avec 27 figures. — Gauthier-Villars, éditeur ; Paris, 1900. — Prix : 3 francs.

La présente traduction est faite sur la deuxième édition de l'*Electro-chemical Analysis* du professeur Smith, qui a revu lui-même cet ouvrage et l'a mis au courant de ses dernières recherches.

Après une courte introduction consacrée à la façon dont se comporte le courant en présence des acides et des sels, l'auteur décrit rapidement les diverses sources d'énergie électrique ; il indique la façon de contrôler et de mesurer cette énergie ; il donne ensuite un aperçu historique sur l'introduction du courant dans l'analyse chimique, et décrit les méthodes de dosage et de séparation des métaux, ainsi que les phénomènes d'oxydation qu'il est possible de réaliser au moyen de l'électricité.

**Traction mécanique sur rails et sur routes pour les transports en commun**, par L. Périssé et R. Godfernaux (*Extraits des Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*). — Un volume grand in-8° de 196 pages et 38 figures, avec 2 planches hors texte. — Veuve Dunod, éditeur ; Paris, 1900. — Prix : 5 francs.

MM. L. Périssé et R. Godfernaux viennent de publier sous forme de volume l'intéressante communication qu'ils ont faite à la Société des Ingénieurs civils, ainsi que sa discussion, qui ont paru dans les *Bulletins* de décembre 1899, janvier et mars 1900 de cette Société, et qui ont déjà été signalées dans le *Génie Civil* (1).

## Erratum.

**École Centrale des Arts et Manufactures.**

La fin de la liste des diplômes et certificats de l'École Centrale des Arts et Manufactures, que nous avons publiée dans notre dernier numéro, doit être complétée de la manière suivante :

Anciens Élèves admis a concourir

1° *Élèves n'ayant pas encore concouru.* — 1° Diplôme : Varinois. — 2° Certificats : Lacroix ; - Hermant.

2° *Anciens Élèves déjà porteurs du certificat.* — Diplômes : Delcamp ; - Loupie ; - Ciret ; - Laurain ; - Hugot ; - Villedieu ; - Salles ; - Bailliez ; - Gruninger ; - Perdon ; - Tiquet.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 8, p. 131.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 17, p. 270.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 13. N° 946. Samedi 28 Juillet 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900**: Groupe électrogène de 3000 kilowatts des Sociétés d'Augsbourg-Nuremberg et Hélios *(planche XXII)*, p. 225; Alfred Boudon. — **Chimie industrielle** : Mouvement et progrès de l'industrie chimique dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France *(suite)*, p. 229; Léon Guillet. — Saline et Soudière de la Société Marchéville-Daguin et Cie, p. 231; Ch. Dantin. — **Jurisprudence** : Des pénalités encourues en cas de contravention à la loi du 30 mars 1900, p. 240; Louis Rachou. — **Variétés** : Nouveau système de télémètre, p. 240. — Diminution du débit des dégagements de gaz naturel aux États-Unis, p. 241; — Appareil pour la pasteurisation du lait, p. 241.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (16 juillet 1900), p. 242. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 242; — Ouvrages récemment parus, p. 244.

*Planche XXII :* Groupe électrogène de 3000 kilowatts des Sociétés d'Augsbourg-Nuremberg et Hélios.

## EXPOSITION DE 1900

### GROUPE ÉLECTROGÈNE DE 3000 KILOWATTS
### des Sociétés d'Augsbourg-Nuremberg et Hélios.

*(Planche XXII.)*

Le groupe électrogène de 3000 kilowatts, des Sociétés réunies d'Augsbourg et Nuremberg et de la Société d'électricité Hélios, de Cologne, est installé dans la section allemande des machines, en face horizontale, à triple expansion, et d'un alternateur à accouplement direct, susceptible de fournir simultanément du courant monophasé et du courant triphasé.

La machine à vapeur de ce groupe électrogène est la seule machine horizontale figurant dans la section allemande et c'est la plus puissante de celles qui fonctionnent à l'Exposition. Quant à l'alternateur, il attire l'attention par ses dimensions inusitées et sa construction a donné lieu à de très intéressantes innovations. Ce groupe électrogène a été en mesure de fonctionner dès le début de l'Exposition, aux besoins de laquelle il a pu subvenir, depuis lors, avec régularité.

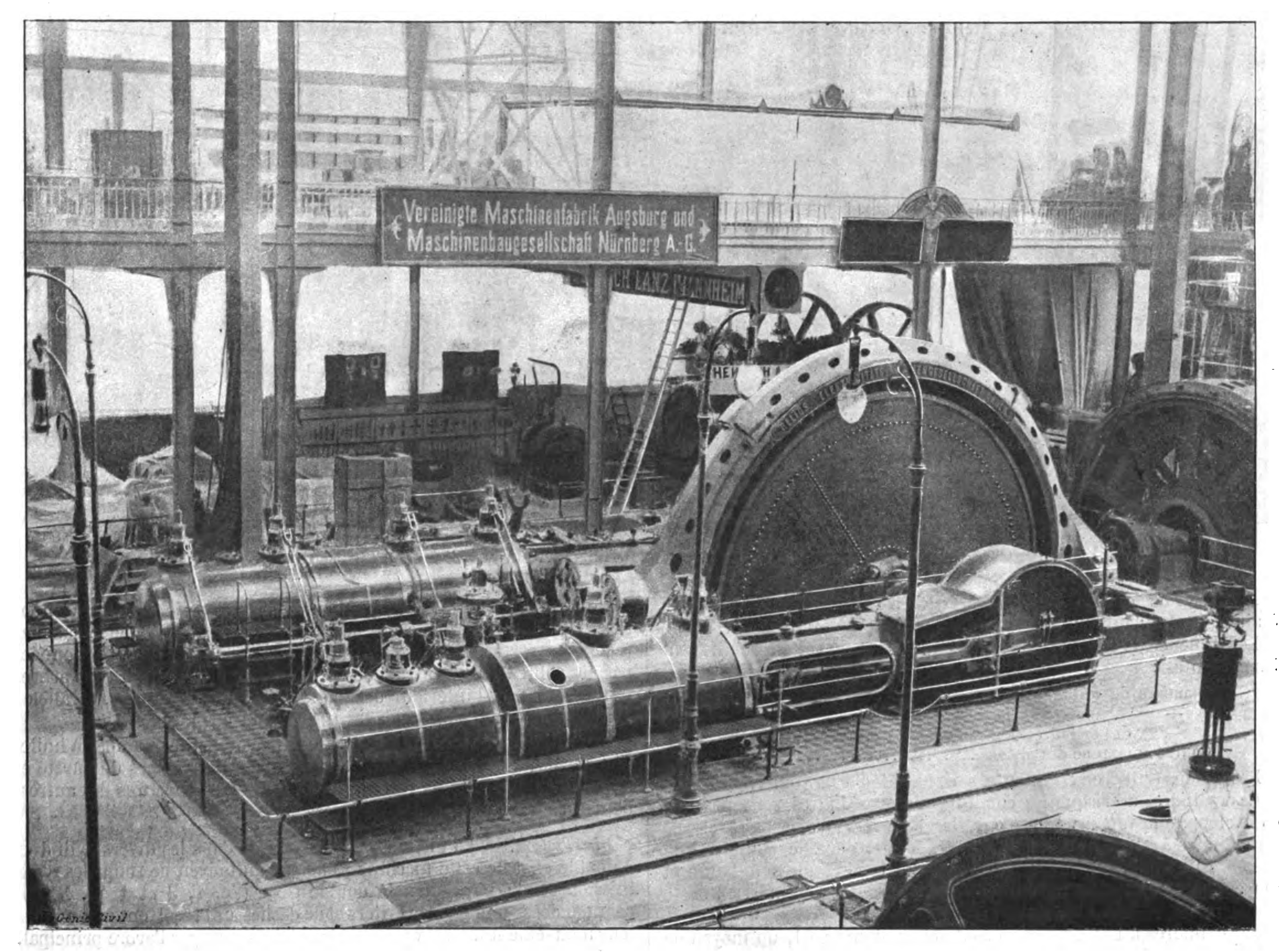



Fig. 1. — Groupe électrogène de 3000 kilowatts : Vue d'ensemble de l'installation.

du groupe électrogène Borsig et Siemens et Halske, récemment décrit dans le *Génie Civil* (1). Il est formé (fig. 1) d'une machine à vapeur

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 7, p. 109.

Machine a vapeur. — La machine à vapeur des Sociétés réunies d'Augsbourg et de Nuremberg (fig. 1 à 4, pl. XXII) est une machine horizontale, à triple expansion et à condensation; elle occupe un emplacement de 21 mètres de longueur, 12m5 de largeur et 6m5 de

hauteur. Elle tourne à 72 tours par minute et travaille avec de la vapeur à 12 kilogrammes à l'admission.

Cette machine est essentiellement constituée par deux groupes de cylindres entre lesquels se place l'alternateur qui sert de volant à la machine à vapeur. Les cylindres à haute et à moyenne pression sont respectivement combinés chacun avec un cylindre à basse pression placé en tandem (fig. 2, pl. XXII). Cette division en deux parties égales du cylindre à basse pression a pour effet de permettre l'accroissement des vitesses des pistons, tout en maintenant un rapport convenable entre le diamètre et la longueur des cylindres. On peut ainsi diminuer l'influence des espaces nuisibles et, par suite, réaliser une certaine économie de vapeur.

Cette subdivision en deux parties du cylindre à basse pression a, en outre, permis l'emploi d'organes de distribution de petites dimensions, ce qui est avantageux au point de vue de leur étanchéité.

A chacun des cylindres à basse pression sont combinés une pompe à air et un condenseur.

Les dimensions caractéristiques des cylindres de cette machine sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| Diamètre du cylindre à haute pression | 0m 700 |
| — — moyenne pression | 1m 100 |
| — des cylindres à basse pression | 1m 150 |
| Course commune des pistons | 1m 600 |

Les pistons sont creux, en fonte, avec bagues d'acier (fig. 1, pl. XXII).

Les cylindres ainsi que les conduites intermédiaires sont pourvus d'enveloppes de vapeur. La vapeur vierge traverse d'abord l'enveloppe du cylindre à haute pression avant de pénétrer dans le cylindre lui-même. Elle se détend successivement dans les cylindres à haute et moyenne pression et se répartit enfin entre les deux cylindres à basse pression.

Les cylindres à basse pression sont reliés, d'une part, au moyen de pièces de jonction intermédiaires, avec les cylindres à haute ou moyenne pression ; d'autre part, au moyen de boulons, avec les bâtis des glissières à baïonnette qui sont eux-mêmes de fonte avec les paliers de l'arbre principal.

Les coussinets de ces paliers sont formés de quatre pièces dont on peut régler la position avec la plus grande précision. L'arbre principal, coulé droit, est creux, ce qui, sans diminuer sa résistance, l'allège considérablement. Cet arbre a été exécuté en acier au creuset, système Krupp ; son poids est de 10 tonnes.

Les manivelles motrices sont montées par serrage à chaud aux extrémités de cet arbre ; chacune d'entre elles pèse environ 3 tonnes. Les manivelles, les tourillons des têtes de pistons et, en général, toutes les pièces qui travaillent sont en acier coulé et trempé. Les bielles, également en acier coulé, sont évidées suivant leur axe, afin de diminuer l'inertie des pièces en mouvement.

L'inducteur de l'alternateur (fig. 1 et 2, pl. XXII), fixé au milieu de l'arbre principal, sert de volant à la machine à vapeur. Les deux faces de ce volant ont été recouvertes d'écrans en tôle, eu égard à l'importance des forces centrifuges et magnétiques résultant du mouvement à grande vitesse de cette masse considérable.

Le graissage des paliers de l'arbre principal s'effectue régulièrement, grâce à l'emploi de graisseurs de grandes dimensions combinés à des

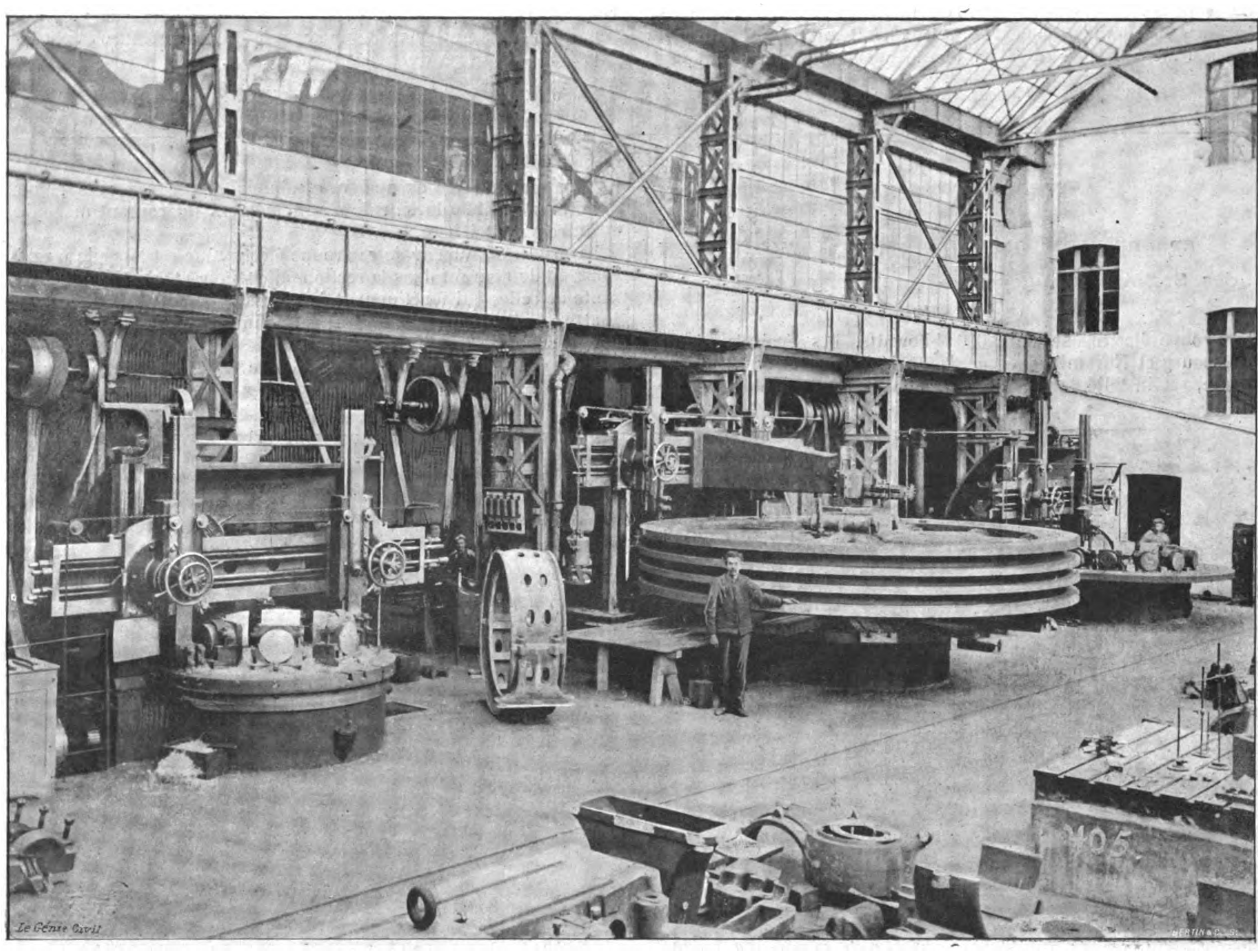


Fig. 2. — Groupe électrogène de 3000 kilowatts : Vue d'un inducteur-volant à cannelures circonférencielles.

filtres. Ces graisseurs sont placés au-dessus des paliers qu'ils alimentent. L'huile, à sa sortie des paliers, est reprise et ramenée dans les récipients correspondants, au moyen de pompes à huile, actionnées par les arbres de commande des soupapes de distribution. Ces arbres sont établis vers l'intérieur des deux groupes de cylindres, parallèlement et à hauteur de leurs axes (fig. 2, 3 et 4, pl. XXII).

Le graissage des cylindres est assuré par de petites pompes à huile. Chacun des cylindres est également pourvu de soupapes de sûreté et de robinets de purge, ces derniers étant solidaires les uns des autres, pour un même groupe de cylindres.

*Distribution.* — La distribution de vapeur dans les divers cylindres à double effet de cette machine s'effectue au moyen de soupapes d'admission et d'échappement à double siège (fig. 1, 3 et 4, pl. XXII), commandées au moyen de leviers et de déclics, qui reçoivent eux-mêmes leur mouvement de deux arbres secondaires mus par l'arbre principal.

L'arrivée de la vapeur à l'enveloppe du cylindre à haute pression est commandée par une soupape spéciale, placée au-dessus et au milieu du cylindre à haute pression. La levée de cette soupape, à tige filetée, s'obtient au moyen d'un volant à main et d'une tige agissant à sa deuxième extrémité sur un couple d'engrenages coniques (fig. 1 et 3, pl. XXII).

La distribution par soupapes à double siège, équilibrées, a trouvé

une heureuse application dans cette machine, ainsi d'ailleurs que dans un grand nombre de machines étrangères à l'Exposition.

En vue de permettre des variations d'admission, ces soupapes, placées au-dessus et aux extrémités des cylindres, sont actionnées au moyen d'un système de cliquets articulés (fig. 3 et 4, pl. XXII). Le mouvement des organes qui provoquent la levée de chaque soupape est obtenu par la combinaison, sur l'arbre de distribution, d'un excentrique et d'une came que l'on peut caler sur cet arbre à diverses orientations; suivant la valeur de l'admission à obtenir.

Les avantages réalisés par ce mode de commande des soupapes, résident principalement dans la possibilité de régler l'admission avec la plus grande précision. Les organes d'encliquetage agissent les uns sur les autres avec lenteur, et, quelle que soit la valeur de l'admission, la levée de la soupape est la même. Le fonctionnement de ces soupapes peut, dès lors, être maintenu silencieux au moyen de simples matelas pression, se trouve un grand levier à main au moyen duquel on peut à tout instant supprimer la connexion entre le régulateur et la distribution. On peut également, avec ce même levier, mettre instantanément le cylindre à haute pression en dehors du circuit de vapeur.

Les deux pompes à air du condenseur sont disposées au-dessous du sol. Elles sont commandées par une longue bielle mise en mouvement par le bouton de manivelle des pistons correspondants. La tuyauterie est telle qu'en cas de besoin on puisse marcher avec une seule pompe à air.

En dehors des instruments de mesure ordinaires : manomètres, indicateurs de vide, tachymètres, la machine est pourvue de nombreux organes de protection. Une attention particulière a été apportée dans le groupement des appareils et organes de la machine pour que les ouvriers puissent circuler facilement et atteindre sans fatigue et sans danger les diverses parties à surveiller.

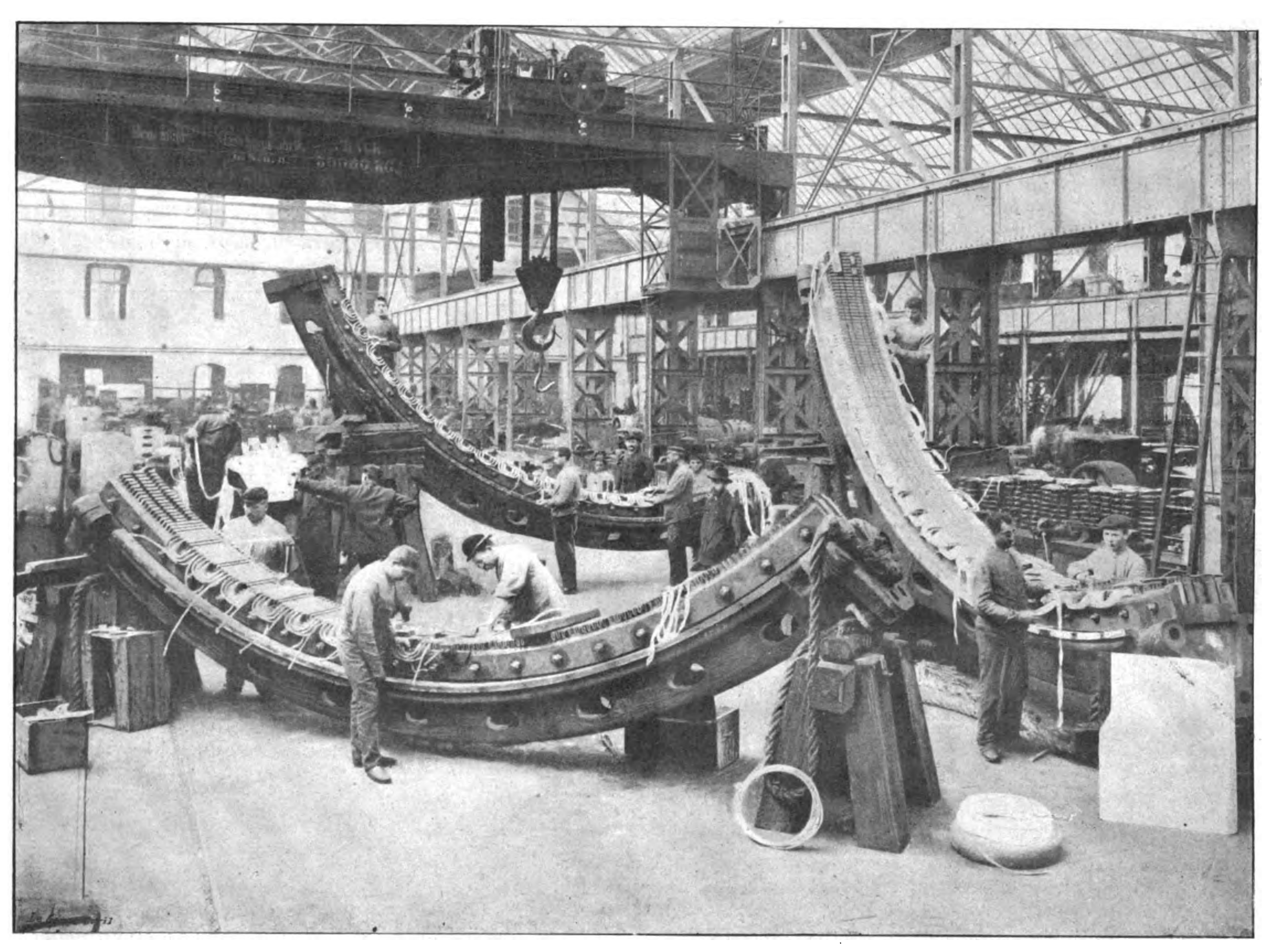


Fig. 3. — Groupe électrogène de 3 000 kilowatts : Mise en place des enroulements de l'induit.

d'air et sans que l'on ait à faire intervenir un des dispositifs amortisseurs, assez compliqués, que l'on a coutume d'employer.

Le régulateur agit sur les soupapes d'admission du cylindre à haute pression. S'il est nécessaire, il peut également être relié aux soupapes d'admission du cylindre à moyenne pression. Dans le cas anormal où l'on ferait marcher les cylindres à basse pression seuls, on peut enfin mettre en connexion leur admission et le régulateur. Ces dispositifs ont été prévus de façon que l'on puisse faire varier à volonté et, avec aussi grande sécurité, les conditions de marche de la machine. C'est ainsi, par exemple, que l'un des deux groupes de cylindres peut fonctionner seul, à la façon d'une machine tandem.

Les soupapes d'échappement placées au-dessous et aux deux extrémités de chaque cylindre sont également des soupapes équilibrées à double siège. Elles sont commandées au moyen de cames et de leviers articulés. Les cames montées sur les arbres de distribution, parallèles aux cylindres, peuvent, pour les cylindres à basse pression, recevoir diverses orientations suivant la compression que l'on veut obtenir dans ces cylindres, pour la marche à échappement libre ou à condensation.

La machine à vapeur elle-même est complétée par un certain nombre d'appareils accessoires usuels :

Un appareil indicateur de tours, avec curseur, permet, par un dispositif spécial, de surveiller et de faire changer, pendant la marche, la vitesse de la machine. Entre le régulateur et le cylindre à haute

La vapeur qui alimente cette machine est fournie par une batterie spéciale de cinq chaudières construites par les maisons Petry-Dereux, de Düren, Petzold et Cie, de Berlin, Simonis et Lanz, de Francfort-sur-le-Mein, H. Paucksch, à Landsberg, et Ewald Berninghaus, à Duisbourg.

Alternateur-volant. — L'alternateur construit par la Société d'électricité Hélios, pour être accouplé directement à la machine à vapeur que nous venons de décrire est un moteur du type inducteur-volant, déjà employé avec succès par la même Société dans les stations centrales de Cologne, Amsterdam et Saint-Pétersbourg.

Il est essentiellement constitué (fig. 1 à 4, pl. XXII et fig. 1 du texte) par un inducteur-volant de 8m 1 de diamètre, calé sur l'arbre de la machine à vapeur, et par une couronne induite fixe de 9m 5 de diamètre. Ces dimensions font de ce moteur non seulement le plus grand de ceux qui fonctionnent à l'Exposition, mais également le plus puissant, croyons-nous, de tous ceux qui ont été construits en Europe. On pourrait encore accroître très simplement sa puissance sans changer les diamètres de l'inducteur et de l'induit, en augmentant son nombre de tours par minute, ou sa largeur, évidemment faible en comparaison de ses autres dimensions. On peut ainsi transformer en énergie électrique une puissance mécanique de 3 000 à 6 000 chevaux. Une machine de ce modèle est susceptible d'alimenter, par exemple, à la fois, 75 000 lampes à incandescence de 16 bougies.

Une des particularités les plus intéressantes de ce moteur, réside en ce fait qu'il peut fournir simultanément ou séparément du courant monophasé et du courant triphasé. Ses constructeurs ont, en effet, tenu à ce qu'il pût, non seulement livrer, pendant l'Exposition, le type de courant imposé par l'Administration, mais également trouver ensuite son emploi le plus rationnel, par exemple, dans une station centrale.

Ce résultat a été rendu possible en combinant sur la couronne de l'induit deux enroulements dont les connexions sont faites par la méthode Scott. L'alternateur de 3 000 kilowatts fournit, dès lors, pour une vitesse de rotation de 72 tours à la minute, un courant monophasé de 2 000 kilowatts, avec $\cos \varphi = 0{,}7$ ou un courant primaire monophasé de 1 200 kilowatts et un courant secondaire triphasé de 1 500 kilowatts. La tension du courant secondaire est égale à $\sqrt{\frac{3}{2}}$ de celle de l'autre.

Normalement, à l'Exposition, la tension du courant fourni est de 2 000 à 2 200 volts avec 50 périodes. En vue de son utilisation ultérieure, les deux phases principale et secondaire peuvent se combiner de telle sorte qu'on puisse obtenir des tensions de 6 000, 3 000 et 2 000 volts, avec 1 °/₀ de majoration, suivant que les enroulements forment un seul circuit ou deux et trois circuits parallèles.

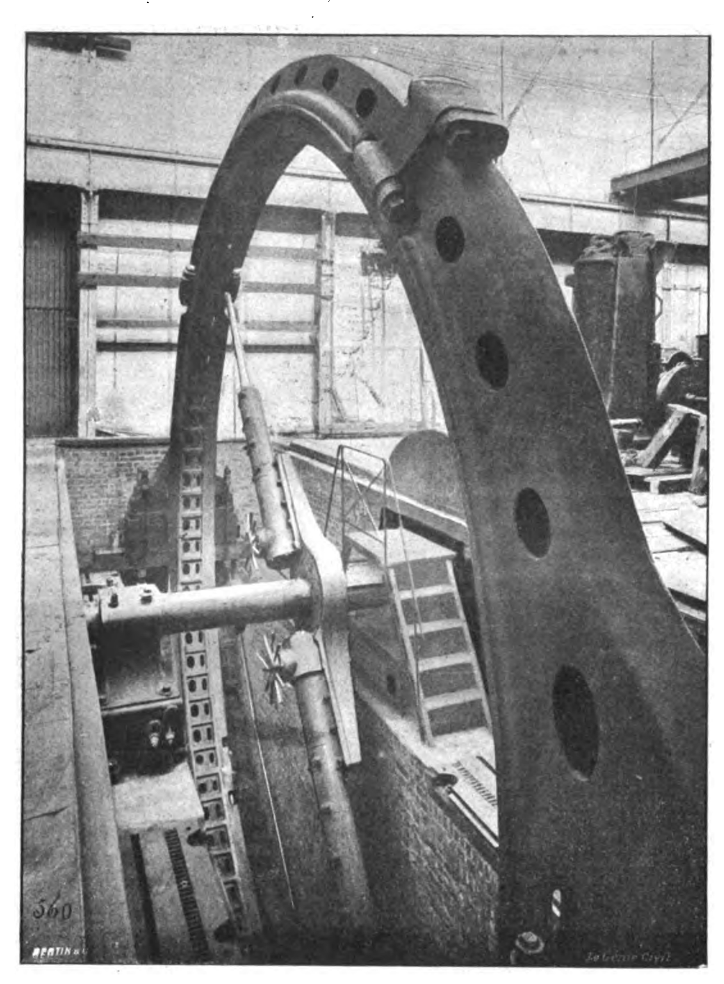


Fig. 4. — Alésage de la couronne de l'induit.

*Inducteur.* — Le système inducteur est constitué par un puissant volant en fonte, monté au milieu de l'arbre principal de la machine et sur le pourtour duquel sont fixées au moyen de deux boulons chacune, les pièces polaires en acier.

Ces pièces polaires sont de section circulaire. Leur forme et leur largeur sont telles que non seulement la quantité de cuivre employée pour les enroulements soit minimum, mais également que la forme de la courbe des forces électromotrices soit très régulière et représente exactement une sinusoïde.

Les enroulements des pôles de l'inducteur sont formés de lames de cuivre mises sous forme de spires et enroulées de champ. Les spires sont isolées les unes des autres après leur montage. Le danger d'une décharge accidentelle est réduit à son minimum, d'après le mode même des enroulements, car, pour chaque pôle la variation de voltage ne dépasse pas un volt. Pour l'excitation de cet inducteur, une tension de 85 à 100 volts est suffisante.

Le poids total des enroulements de l'inducteur est de 3 500 kilogr. Leur résistance totale est de 0,70 ohm. La puissance d'excitation, à pleine charge, pour $\cos \varphi = 0{,}7$, est de 24 kilowatts, soit 1 °/₀ de la charge totale de la machine.

L'importance des dimensions de cet inducteur-volant n'a pas été sans créer de sérieuses difficultés aux constructeurs, tant pour la constance des actions magnétiques exercées que pour la résistance de la jante proprement dite. Le poids total de ce volant est en effet de 76 tonnes, dont un quart nécessaire pour l'obtention des effets électromagnétiques.

Le moment d'inertie de cette masse en mouvement est, dans ces conditions, très considérable.

L'action régulatrice du volant est telle que les irrégularités de phase ne dépassent pas $^1/_{500}$ Le rapport existant entre le temps d'une phase complète et celui d'une rotation du volant se maintient entre des limites qui permettent un accouplement en parallèle facile et sûr.

Le rapport existant entre la force centrifuge développée par la rotation du volant et le poids de celui-ci est assez faible, de sorte que l'on a pu sans inconvénient pour la résistance du volant l'exécuter en fonte.

La force centrifuge F peut en effet s'exprimer simplement en fonction de la masse du volant, de la vitesse circonférencielle et du rayon du volant : $F = m\frac{V^2}{r}$.

Le poids du volant P étant égal à $mg$, on obtient :

$$F = P\frac{V^2}{gr} = \frac{V^2}{10r}P.$$

Dans le cas actuel, quoique la vitesse à la circonférence soit assez forte, 30 mètres environ, le rapport $\frac{F}{P}$ n'est pas supérieur à 23. Il convient de rappeler, à ce propos, que pour un certain nombre de machines à grande vitesse, ce rapport peut atteindre la valeur 500 et que, dans ce dernier cas, on est obligé d'employer pour le volant de l'acier ou de le renforcer au moyen de frettes en acier, fixées à chaud, pour compenser une partie de la force centrifuge.

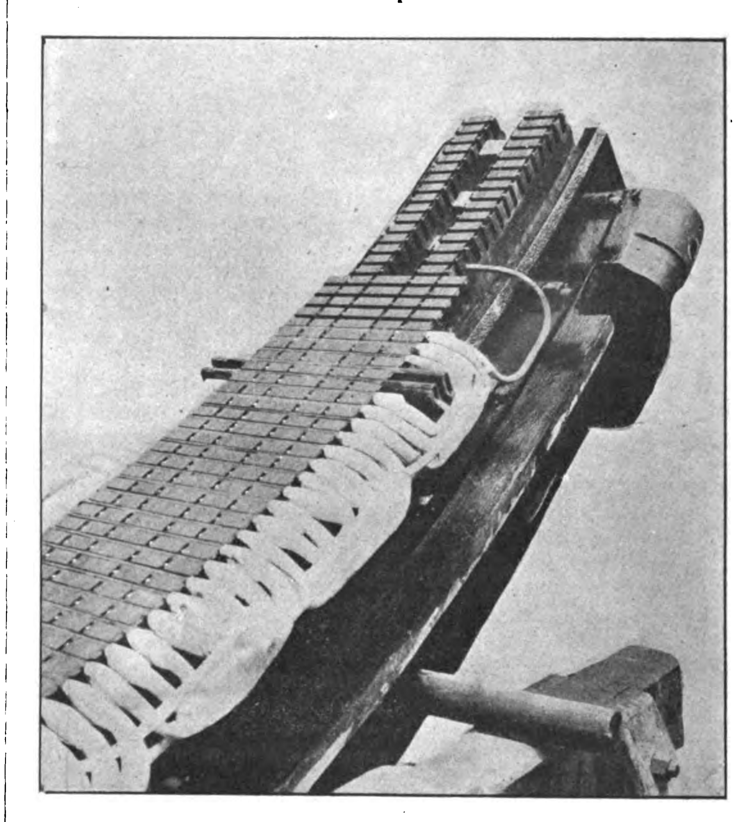


Fig. 5. — Vue de l'extrémité d'un des segments de l'induit.

L'inducteur-volant de la machine Hélios a été, de fait, exécuté, par mesure de sécurité, en des dimensions supérieures à celles qu'exigeaient les résistances mécaniques et magnétiques. Des considérations mécaniques ont conduit à donner à la jante du volant une forme trapézoïdale d'une certaine hauteur, avec cannelures profondes à la périphérie. La figure 2 représente une vue prise dans les ateliers Hélios d'un inducteur-volant, à cannelures circonférencielles, analogue à celui dont nous nous occupons. Nous avons déjà signalé plus haut le revêtement, au moyen de tôles, des deux faces de ce volant. Ce revêtement contribue à donner à ce moteur un aspect caractéristique.

*Induit.* — La couronne induite fixe qui se combine au volant-inducteur est formée de six segments en fonte réunis par des boulons (fig. 1 et 3 à 5 du texte et pl. XXII).

Pour la construction de cet induit, on a renoncé aux bobinages polaires usuels. Les barres de l'enroulement sont placées dans une série de rainures, parallèles à l'axe de l'alternateur et sur la face interne de la couronne (fig. 3 et 5). Cette disposition, dont l'emploi se

généralise, a l'avantage de diminuer la self-induction des spires et de ne laisser possibles que de faibles chutes de tension, aux hautes charges. De plus, on peut combiner facilement cet enroulement à des évidements de ventilation. C'est ainsi que dans la figure 5, on voit trois canaux de ventilation, au-dessous des enroulements, avec pièces d'écartement en matériaux non magnétiques. Ces canaux sont en communication avec l'évidement de l'armature en fonte, percée elle-même sur ses deux faces d'une série d'ouvertures circulaires (fig. 4). Enfin, avec ce dispositif d'enroulements à rainures, on évite les joints qui devaient être faits auparavant entre deux enroulements voisins. Il n'y a plus ici que six joints, correspondant aux six segments de l'induit (fig. 3 et 5). Ils sont exécutés de la façon la plus simple, par assemblages à tenon et mortaise.

La couronne de l'induit comporte, pour chacun des 84 pôles, huit rainures, dont deux pour le circuit secondaire et six, placées de part et d'autre des deux précédentes, pour le circuit primaire. Le circuit secondaire, qui se détache ainsi du milieu de l'enroulement primaire, est formé de câbles d'assez faible diamètre, qui sont suffisants, étant donnée la faible intensité du courant qui les traverse.

La figure 5 permet de se représenter assez nettement le mode de constitution de l'induit. Elle montre spécialement l'une des extrémités du segment, à l'endroit où se fera le joint avec le segment voisin. On voit également, sur cette figure, la disposition des canaux de ventilation, grâce auxquels la température ne dépasse jamais 35 degrés.

La construction de l'induit a donné lieu à quelques difficultés lors de l'alésage de cette couronne de 9m 50 de diamètre.

Cet alésage a été fait dans les ateliers mêmes de la Société Hélios, au moyen d'une machine à aléser spécialement construite dans ce but. La figure 4 représente cette opération. La pièce à travailler, formée des six segments de l'induit, reste immobile, tandis que les deux outils rotatifs sont mobiles autour du centre de la couronne de l'induit. Ces deux outils sont disposés à 180° l'un par rapport à l'autre. Après l'alésage, les divers segments de l'induit sont détachés les uns des autres pour être revêtus chacun séparément de leurs enroulements (fig. 3). Le montage complet de l'inducteur ne s'est effectué finalement que sur place à Paris.

*Machine excitatrice.* — La dynamo excitatrice de l'alternateur que nous venons de décrire n'est pas, comme cela se présente généralement, montée sur l'arbre principal de l'alternateur. Cette excitation est obtenue au moyen d'une dynamo-vapeur spéciale (fig. 6).

La dynamo à courant continu, à six pôles, est accouplée directement à une machine verticale, à double expansion et à condensation des ateliers Schichau à Elbing. Pour 240 tours à la minute, la dynamo peut fournir un courant de 50 kilowatts au maximum, sous 110 volts. La puissance assez forte de ce petit groupe électrogène tient à ce que le courant produit alimente un certain nombre de lampes et quelques moteurs à courant continu.

Le groupe électrogène des Sociétés d'Ausbourg-Nuremberg et de la Société d'électricité Hélios, comportait un montage assez difficile à l'Exposition, étant donnée l'importance des pièces à manœuvrer. L'ensemble des divers organes des machines représente en effet un poids de 500 tonnes environ. On dut recourir à un pont roulant spécial, le pont roulant de 25 tonnes de la section allemande étant insuffisant.

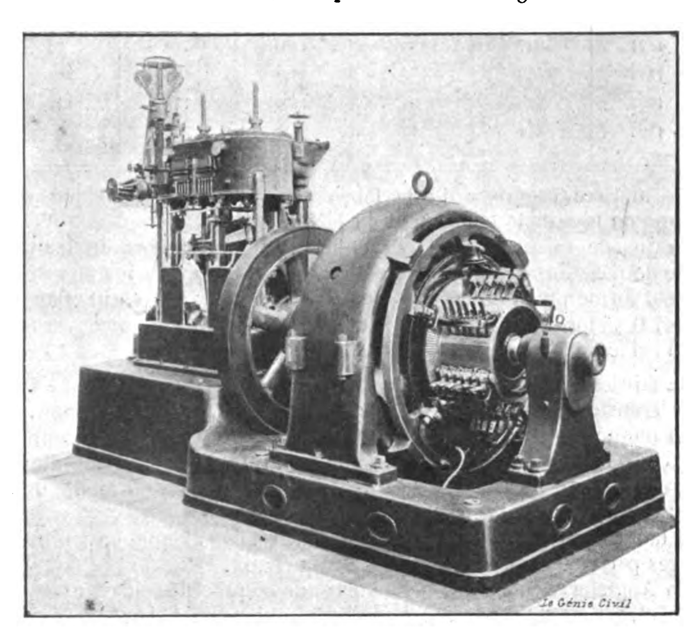


Fig. 6. — Groupe électrogène d'excitation, de 50 kilowatts.

Les fondations nécessitées par l'installation de ce groupe électrogène comprennent environ 800 mètres cubes de maçonnerie et de béton.

Alfred Boudon,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## CHIMIE INDUSTRIELLE

### MOUVEMENT ET PROGRÈS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE
### dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France (1).

*(Suite 2).*

**Composés organiques.** — Nous ne parlerons ici que des produits qui sont employés ailleurs que dans la pharmacie et la fabrication des matières colorantes ou des parfums.

*Acide oxalique.* — Une importante maison de la région lyonnaise fabrique l'acide oxalique et différents oxalates; elle appartient à MM. Bonnet, Ramel, Savigny, Giraud et Marnas, et elle est située à Lyon-Charpennes. On peut estimer sa production à 200 ou 300 tonnes.

La production française, qui est de 300 à 400 tonnes, est répartie entre deux maisons : celle que nous venons de citer et la maison Eyken et Leroy, dont nous avons parlé à propos de la région du Nord.

Le tableau suivant résume les importations et les exportations :

*Importations et exportations d'acide oxalique* (en tonnes).

| ANNÉES | IMPORTATIONS | EXPORTATIONS | ANNÉES | IMPORTATIONS | EXPORTATIONS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1889 | 480 | 2 | 1894 | 812 | 9 |
| 1890 | 882 | 6 | 1895 | 685 | 20 |
| 1891 | 846 | 7 | 1896 | 600 | 8 |
| 1892 | 771 | 1 | 1897 | 767 | 78 |
| 1893 | 790 | 13 | 1898 | 480 | 96 |

(1) **Rectification.** — A propos du *cyanure de potassium* (n° 11, p. 189), nous avons dit que la maison Tétard, de Gennevilliers, allait remplacer le procédé au sodium par celui de la « Stassfurter Chemische Fabrik ». Or M. Tétard nous fait savoir qu'il n'a jamais eu l'intention de changer sa méthode de fabrication du cyanure. L. G.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 146; n° 10, p. 172; n° 11, p. 186 et n° 12, p. 219.

Voici, en plus, le détail des importations et des exportations pour 1898 :

*Importations et exportations françaises d'acide oxalique en 1898* (en tonnes).

| IMPORTATIONS | | EXPORTATIONS | |
|---|---|---|---|
| PAYS DE PROVENANCE | QUANTITÉS | PAYS DE DESTINATION | QUANTITÉS |
| Angleterre | 153 | Allemagne | 74 |
| Allemagne | 289 | Belgique | 15 |
| Belgique | 14 | Colombie | 2 |
| Autriche | 24 | Colonies et protectorats | 4,2 |
| | | Autres pays | 0,3 |

Nous donnons ci-dessous, par comparaison, le commerce extérieur de l'Allemagne pour le même produit :

*Importations et exportations allemandes d'acide oxalique* (en quintaux).

| ANNÉES | IMPORTATIONS | EXPORTATIONS |
|---|---|---|
| 1897 | 350 | 21 264 |
| 1898 | 870 | 23 539 |
| 1899 | 156 | 23 987 |

*Acide tartrique.* — Nous n'avons rencontré jusqu'ici aucune maison s'occupant de l'acide tartrique; cela s'explique facilement par sa fabrication même, dont le point de départ est, comme nous le verrons, la lie de vin.

Dans la région lyonnaise se trouve une fabrique d'acide tartrique; c'est celle de MM. Doix-Mulaton et Wolf.

La production totale de la France s'élève à 6 000 tonnes.

En dehors de l'usine déjà nommée, il y a trois fabriques appartenant à la région du Sud-Est et deux appartenant à la région du Sud-Ouest; il en sera question dans une étude ultérieure.

Nous donnons, dans le tableau suivant, les importations et les exportations de ce produit :

*Importations et exportations d'acide tartrique* (en tonnes).

| ANNÉES | EXPORTATIONS | IMPORTATIONS | ANNÉES | EXPORTATIONS | IMPORTATIONS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1889 | 206 | 240 | 1895 | 644 | 5 |
| 1890 | 407 | 104 | 1896 | 522 | 18 |
| 1891 | 397 | 126 | 1897 | 769 | 56 |
| 1892 | 489 | 5 | 1898 | 469 | 229 |
| 1893 | 398 | 54 | 1899 | 755 | 172 |
| 1894 | 419 | 47 | | | |

La matière première de la fabrication de l'acide tartrique est, comme on le sait, le tartre brut ou la lie de vin.

Le jus de raisin contient des quantités importantes de tartrate acide de potassium et du tartrate de calcium. Lorsque le jus fermente, l'alcool formé précipite ces sels, qui constituent le tartre brut. Dans le moût, il se forme un autre précipité, qui contient également du tartrate acide de potassium, mais en quantité moindre.

La fabrication de l'acide tartrique se divise en trois phases :

1° Transformation des tartrates de potasse en tartrates de chaux.

La méthode employée en France est due à Kestner. On dissout les tartres dans l'acide chlorhydrique étendu ; la matière colorante se trouve ainsi précipitée et l'on décante. Aux liqueurs, on ajoute de la chaux qui précipite l'acide tartrique.

Il faut encore citer le procédé Mante-Legré, dans lequel on traite les tartres par l'acide sulfureux, puis par la chaux.

En Angleterre (nous ne croyons pas que ce procédé soit en usage en France), on emploie une autre méthode, qui permet de récupérer les sels de potassium à l'état de sulfate (et non à l'état de chlorure, comme dans la méthode précédente). Pour cela, les tartres sont traités par de la craie pour les neutraliser, puis par le sulfate de calcium qui, par double décomposition, donne du sulfate de potassium et du tartrate de calcium.

2° Décomposition du tartrate de calcium par l'acide sulfurique, après lavage, dans des cuves de bois doublées de plomb. La formule de décomposition est la suivante :

$$\left.\begin{array}{l} CO-O \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CO-O \end{array}\right\rangle Ca + SO^4H^2 = SO^4Ca + \begin{array}{l} CO-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CO-OH \end{array}$$

3° Évaporation des solutions, purification et cristallisation de l'acide tartrique.

Autrefois, on faisait usage de bassines chauffées à la vapeur ; mais M. Mulaton a introduit un très grand perfectionnement par l'emploi d'appareils à évaporer dans le vide, analogues à ceux usités en sucrerie, mais fabriqués en plomb d'une épaisseur suffisante, au lieu de cuivre.

L'acide tartrique trouve des débouchés extrêmement importants dans l'industrie des vins, limonades et boissons. La pharmacie en utilise quelque peu. Enfin on en consomme également pour fabriquer les eaux gazeuses : on utilise, à cet effet, la propriété qu'il a de décomposer le bicarbonate de soude.

L'industrie de l'acide tartrique se trouve dans une position extrêmement avantageuse ; elle est, d'ailleurs, protégée par un droit d'entrée de 10 francs, qui est absolument prohibitif.

*Acide citrique.* — La maison Doix-Mulaton et Wolf fabrique également l'acide citrique.

Ce produit est extrait du jus de citron qu'on laisse fermenter quelque temps et que l'on traite ensuite par la craie, puis par la chaux vive. On obtient ainsi un citrate tricalcique que l'on décompose par l'acide sulfurique. Il ne reste plus qu'à évaporer et laisser cristalliser.

Il n'y a, en France, que deux usines fabriquant ce produit, celle précitée et l'usine de M. Martignier, à Agde. La production totale est d'environ 50 000 kilogrammes.

Nous donnons ci-dessous le tableau des importations et des exportations de ce produit :

*Importations et exportations d'acide citrique cristallisé* (en tonnes).

| ANNÉES | IMPORTATIONS | EXPORTATIONS | ANNÉES | IMPORTATIONS | EXPORTATIONS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1889 | 7 | 2 | 1894 | 0,2 | 31 |
| 1890 | 5 | 0,3 | 1895 | 0,5 | 67 |
| 1891 | 8 | 9 | 1896 | 0,2 | 67 |
| 1892 | 2 | 20 | 1897 | 0,3 | 75 |
| 1893 | 3 | 24 | 1898 | 0,5 | 101 |

Ce tableau montre que l'industrie de l'acide citrique s'est considérablement améliorée dans cette période décennale.

Les statistiques douanières donnent, en outre, les importations et exportations de jus de citron naturel et concentré; mais ces chiffres ne nous intéressent pas pour notre étude.

Voici, de plus, le détail des importations et exportations pour 1898 :

*Importations et exportations françaises d'acide citrique en 1898* (en tonnes).

| IMPORTATIONS | | EXPORTATIONS | |
|---|---|---|---|
| PAYS DE PROVENANCE | QUANTITÉS | PAYS DE DESTINATION | QUANTITÉS |
| Angleterre. . . . . . . . . | 0,2 | Allemagne. . . . . . . . . | 13 |
| Allemagne . . . . . . . . . | 0,3 | Espagne . . . . . . . . . . | 44 |
| Autres pays . . . . . . . . | 0,02 | Australie. . . . . . . . . . | 16 |
| | | Autres pays étrangers. . . . | 27 |
| | | Colonies et protectorats . . . | 0,8 |

Enfin, voici, pour les trois dernières années, le commerce extérieur de l'Allemagne relatif à l'acide citrique :

*Importations et exportations allemandes d'acide citrique* (en quintaux).

| ANNÉES | IMPORTATIONS | EXPORTATIONS |
|---|---|---|
| 1897 | 2 348 | 1 093 |
| 1898 | 1 683 | 1 180 |
| 1899 | 2 907 | 1 193 |

*Produits de la distillation du bois.* — Nous rencontrons comme distillateurs de bois :

Dans la région du Nord-Est : Dromard, à Haybes (Ardennes) ; Kestner et Cie, à Bellevue (territoire de Belfort) ; Godard, au Montot (Haute-Marne) ;

Dans la région de l'Est : Bordet, à Froidvent (Côte-d'Or) ; Crébely, à Moulin-Rouge (Jura) ; Meurgey et Cie, à Tarsul (Côte-d'Or) ; et l'usine du Grand-Pré, à MM. Schwander et Cie, à Hyèvre-Paroisse (Doubs) ;

Dans la région du Centre : Bertrand, à Saint-Étienne ; Gillet, au Plan-de-Vaise, près Lyon ; Lambiotte frères, à Prémery et Demeurs (Nièvre) ; Nérard, à Pierre-Bénite (Rhône) ; la Compagnie des Produits chimiques de Saint-Fons ; Houdé, à Clamecy (Nièvre) ; et l'usine des Grands-Moulins, à Montreuillon (Nièvre) ;

Dans la région de l'Ouest : Barré et fils, à Betton, près Rennes ; l'usine de Voutré (Mayenne), à MM. Carré frères et Cie ; et la Société anonyme dite l'Industrie chimique, à la Prairie-au-Duc (Nantes).

La production en méthylène-régie est de 120 000 hectolitres pour le Nord-Est; de 195 000 pour l'Est; de 390 000 pour le Centre, et de 240 000 pour l'Ouest. Les plus gros producteurs sont les maisons Lambiotte (300 000 hectolitres) et Carré frères (150 000 hectolitres). On voit quelle importance a acquis l'industrie du méthylène-régie dans toutes ces régions.

Parmi ces fabricants, un certain nombre font l'acide acétique, les acétates, etc.

**Stéarinerie.** — L'industrie de la stéarinerie est représentée, dans la région que nous étudions, par les fabricants suivants :

Région de l'Est : Bolle-Besson, à Dôle (Jura) ; Charles Coche, à Bourg (Ain) ; la Société de Stéarinerie de Dijon ; Trémeaux et Cie, à Vienne (Isère) ;

Région du Centre : Société de Stéarinerie et Savonnerie de Lyon ;

Région de l'Ouest : Belhomme, à Landerneau, et Huttemin, à Angers.

La production de la région de l'Est atteint 380 tonnes de glycérine. La consommation mensuelle en acide sulfurique est de 128 000 kilogr. d'acide 53° B et de 8 000 kilogr. d'acide 66° B. L'usine de Dijon est la seule qui consomme de l'acide à 66° B.

La production de la région du Centre peut être estimée à 600 tonnes de glycérine. La consommation mensuelle en acide 53° B est de 50 000 kilogr. et celle en acide 66° B est de 10 000 tonnes.

La production de la région de l'Ouest est de 120 tonnes de glycérine ; la consommation en acide 53° B est de 6 000 kilogr. par mois.

Dans la région du Nord-Est, il n'y a, à notre connaissance, aucun stéarinier ; plusieurs usines ont cessé leur fabrication, notamment la Société rémoise de Stéarinerie.

En résumé, l'industrie de la stéarinerie occupe, dans le Centre et l'Est, une place importante.

**Goudron de houille. Matières colorantes. Extraits de bois et extraits tannants.** — *Goudron de houille.* — Le goudron de houille provient, d'une part, des fours à coke et, d'autre part, d'un certain nombre d'usines à gaz, notamment de Lyon et de Saint-Étienne.

Les seuls fours à coke, qui existent dans le Centre, se trouvent à Terre-Noire et sont au nombre de 100, dont 50 en pleine marche.

Les distillateurs de goudron sont seulement au nombre de 5 :

La Compagnie parisienne des Asphaltes, à Chalette, près Montargis ; l'usine à gaz de Lyon, et la Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, qui ont leur usine de distillation à Chasse (Rhône) ; l'usine à gaz de Saint-Étienne, et la maison Brunet-Larue, au Péreux, près Roanne (Loire).

Toutes ces maisons distillent annuellement 18 à 20 000 tonnes de goudron. Elles produisent donc environ 12 000 tonnes de brai, 4 000 tonnes d'huiles lourdes, 0,4 tonne d'huiles légères, 100 tonnes d'anthracène et 1 800 tonnes de naphtaline.

Dans ces chiffres est comprise la production de l'usine de Pantin, relevant de la région parisienne et appartenant à la Compagnie parisienne des Asphaltes.

*Matières colorantes.* — Nous avons déjà fait remarquer que l'industrie des matières colorantes était répartie, en France, entre deux centres uniques : Paris d'une part, Lyon d'autre part. La région du Centre est donc extrêmement intéressante à ce sujet ; aussi devons-nous l'étudier complètement. Mais il nous sera impossible, pour ce qui a trait aux matières colorantes elles-mêmes, de donner des chiffres, même peu précis. Ils sont impossibles à obtenir, et, d'ailleurs, leurs variations, d'une année à l'autre, sont tellement considérables, qu'ils offrent en eux-mêmes peu d'intérêt.

Nous parlerons d'abord de la matière première, la plus importante : l'aniline.

Ce produit a été fabriqué, pendant un certain temps, par trois maisons françaises : la Société des Matières colorantes de Saint-Denis (Poirrier et Dalsace), la maison Brigonnet et Naville (plaine Saint-Denis), et l'usine Durand-Huguenin, à Lyon. Cette dernière fabrique vient de disparaître ; il ne reste donc que les deux premières, appartenant à la région parisienne.

La production de l'aniline, en France, atteint 4 000 kilogr. par jour, soit environ 1 200 tonnes par an.

*Matières colorantes artificielles.* — Nous trouvons, dans la région lyonnaise, quatre maisons s'occupant de matières colorantes artificielles ; ce sont :

La Société chimique des Usines du Rhône, à Saint-Fons ; la Manufacture lyonnaise de Matières colorantes, à Lyon ; la maison Lucien Picard et Cie, à Saint-Fons, et la Badische Anilin- und Soda-Fabrik, à Neuville-sur-Saône.

Nous passerons successivement en revue chacune de ces usines.

La Société chimique des Usines du Rhône a été créée en juillet 1895 ; elle prenait la suite de la maison Gilliard, Monnet et Cartier. Elle possède une usine à Saint-Fons (Rhône) ; une autre à la Plaine, près Genève (Suisse), et une succursale à New-York. Enfin, elle a créé la Société chimique des Usines de Pruszkow (Russie).

Les usines du Rhône fabriquent les matières colorantes artificielles, les produits pharmaceutiques et les parfums artificiels.

Elles font elles-mêmes la plus grande partie des matières premières nécessaires à la fabrication des matières colorantes, notamment le phénol et la résorcine, sur lesquels nous aurons à revenir. Elles fabriquent également le benzaldéhyde, la chlorhydrine sulfurique et l'acétate d'éthyle.

Comme matières colorantes, il faut citer :

Le violet 3B, obtenu par oxydation directe de la diméthylaniline ; le violet 6B, ou chlorhydrate d'hexaméthylrosaniline ; le violet Hoffmann ;

Le vert diamant, ou oxalate de tétraméthyl-diparamido-phénylcarbinol, exempt de fer, ce qui est fort important au point de vue de l'emploi de cette matière en teinture ; le vert éthyle ; le vert solide B, qui est un sel ferrique, obtenu en combinant la base du vert diamant avec le chlorure ferrique ; le vert de toluylaldéhyde, fabriqué en faisant réagir une paratoluylaldéhyde sur la diméthylaniline ;

Un certain nombre de bleus dérivant de la rosaniline.

Parmi les couleurs dérivant de l'anthracène, il faut noter l'isopurpurate de potassium, vendu sous le nom de carminaphte.

Les matières colorantes azoïques principales, faites pour cette Société, sont :

Différents jaunes obtenus en nitrant, à divers degrés, la tropacoline :

$$C^6H^4 \Big< {SO^3Na \atop Az = Az - C^6H^4 - Az} \Big< {H \atop C^6H^5}$$

On peut remplacer l'hydrogène du radical $C^6H^5$ par un, deux, trois radicaux $AzO^2$. On obtient ainsi des colorants susceptibles de remplacer le curcuma et les bois jaunes dans un certain nombre de leurs emplois ;

Diverses matières, dont la fabrication a pour point de départ l'amidoparadisulfobenzol, entre autres le Lyon's Black, employé dans la fabrication des encres ;

Le brun de Bismarck, obtenu par action de deux molécules de métaphénylène diamine sur une molécule du même produit tétrazotée, la chrysoïne, etc.

Comme couleurs de résorcine, la maison fait les composés biodés et tétraiodés de la fluorescine, vendus sous le nom de pyrosines ; le rose Bengale, qui est le produit tétraiodé de la dichlorofluorescine ; la phloxine, qui en est le produit tétrabromé ; la chrysoline, ou sel sodique de la benzylfluorescine ; la cyanosine, ou éther monométhylique de la phloxine ; l'anisoline, obtenue par condensation du diéthylmétaamidophénol avec l'anhydride phtalique.

Enfin, les Usines chimiques du Rhône ont fait breveter une application fort intéressante de certaines couleurs insolubles dans l'eau. Ces produits sont dissous dans le phénol ou dans un crésol, et sont appliqués par les moyens ordinaires d'impression. Ils pénètrent alors les tissus et forment des colorants très résistants.

Nous ferons remarquer que les autres usines de matières colorantes font également un grand nombre de ces produits.

Nous ajouterons que les Usines chimiques du Rhône ont établi l'an dernier la fabrication de l'indigo synthétique, dans laquelle on part de l'orthonitrotoluène. Mais il est à craindre que cette méthode ne puisse lutter contre celle de Bayer, dans laquelle on part de la naphtaline, produit beaucoup moins cher que le toluène.

La Manufacture lyonnaise de matières colorantes, qui a son usine à Lyon, est concessionnaire des brevets de la Société Léopold Casella et Cie, de Francfort-sur-le-Mein. Elle fabrique des dérivés de l'aniline, de l'anthracène, des couleurs azoïques et un certain nombre de diamine qui teignent le coton directement, sans mordançage préalable.

La maison Lucien Picard et Cie, de Saint-Fons, est l'agent général de l'Actien-Gesellschaft für Anilinfabrikation de Berlin. Cette maison doit faire certaines matières colorantes artificielles, telles que l'acide picrique, certains gris, des couleurs azoïques, le rouge de paranitraniline, etc., mais elle s'adonne plus particulièrement à la fabrication des extraits d'orseille, des carmins et des produits tinctoriaux d'origine végétale.

L'usine de Neuville-sur-Saône appartient à la Badische Anilin- und Soda-Fabrik. On sait quelle place importante cette Société occupe dans l'industrie chimique allemande. Nous ne pouvons passer en revue l'historique des nombreuses découvertes, qui y ont été opérées, depuis celles des couleurs de résorcine et des couleurs d'alizarine, faites de 1874 à 1877, jusqu'aux produits obtenus dans ces dernières années : azurine, bleu d'anthracène, etc. Avec la puissance technique et commerciale qu'elle a su acquérir, cette Société a pu s'emparer d'une grande partie du marché allemand, français et russe. Elle montre où l'on peut arriver, quand on sait s'imposer les sacrifices que nécessite une industrie où les progrès sont incessants, où les modes de fabrication changent quotidiennement.

En résumé, l'industrie des matières colorantes artificielles est représentée dignement dans la région lyonnaise, et il faut noter particulièrement tous les efforts et toutes les recherches faits par la Société chimique des Usines du Rhône, qui, avec la maison Poirrier et Dalsace de Saint-Denis, est la seule à continuer la lutte contre les fabriques allemandes.

*Extraits de bois.* — Nous avons indiqué, à propos de la région du Nord-Ouest, les grandes lignes de cette industrie. Nous rappellerons seulement qu'il n'y a qu'un seul fabricant dans les régions qui nous occupent : la maison Gillet, à Lyon, qui fait des extraits, surtout en vue de sa propre consommation.

*Extraits tannants.* — Nous trouvons comme usines s'occupant de ces produits :

Dans l'Est : l'usine de la Rochette (Savoie) ;

Dans le Centre : Huillard et Cie, à Saint-Denis-les-Murs ; Marchal et Courbez, à Maurs (Cantal) ; Wattrigant, à Bourges (Cher) ; Gillet et fils, à Lyon, et l'usine de Saint-Rambert-d'Albon, dans le Rhône ;

Dans l'Ouest : Veuve Gondolo et Cie, à la Prairie-au-Duc, près Nantes ; l'usine de Redon, et les usines de Lusanger, Betton, Montreuil-sur-Ille, la Guerche-de-Bretagne et Dinan, toutes en Bretagne ;

Le Nord-Est possédait une usine à Épinal ; mais elle vient d'être fermée.

(*A suivre.*)

Léon Guillet,
*Ingénieur des Arts et Manufactures,*
*Licencié ès sciences.*

---

## SALINE ET SOUDIÈRE

### de la Société Marchéville-Daguin et Cie.

A l'occasion de l'Exposition de 1889, le *Génie Civil* a déjà publié (1) une étude très complète sur la saline de Saint-Nicolas et la soudière de la Madeleine, de la Société Daguin et Cie.

Depuis cette époque, ces deux établissements se sont beaucoup développés et leur mode d'exploitation a été considérablement amélioré : on a, entre autres, installé à la Madeleine une station centrale élec-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XV, n° 9, p. 169.

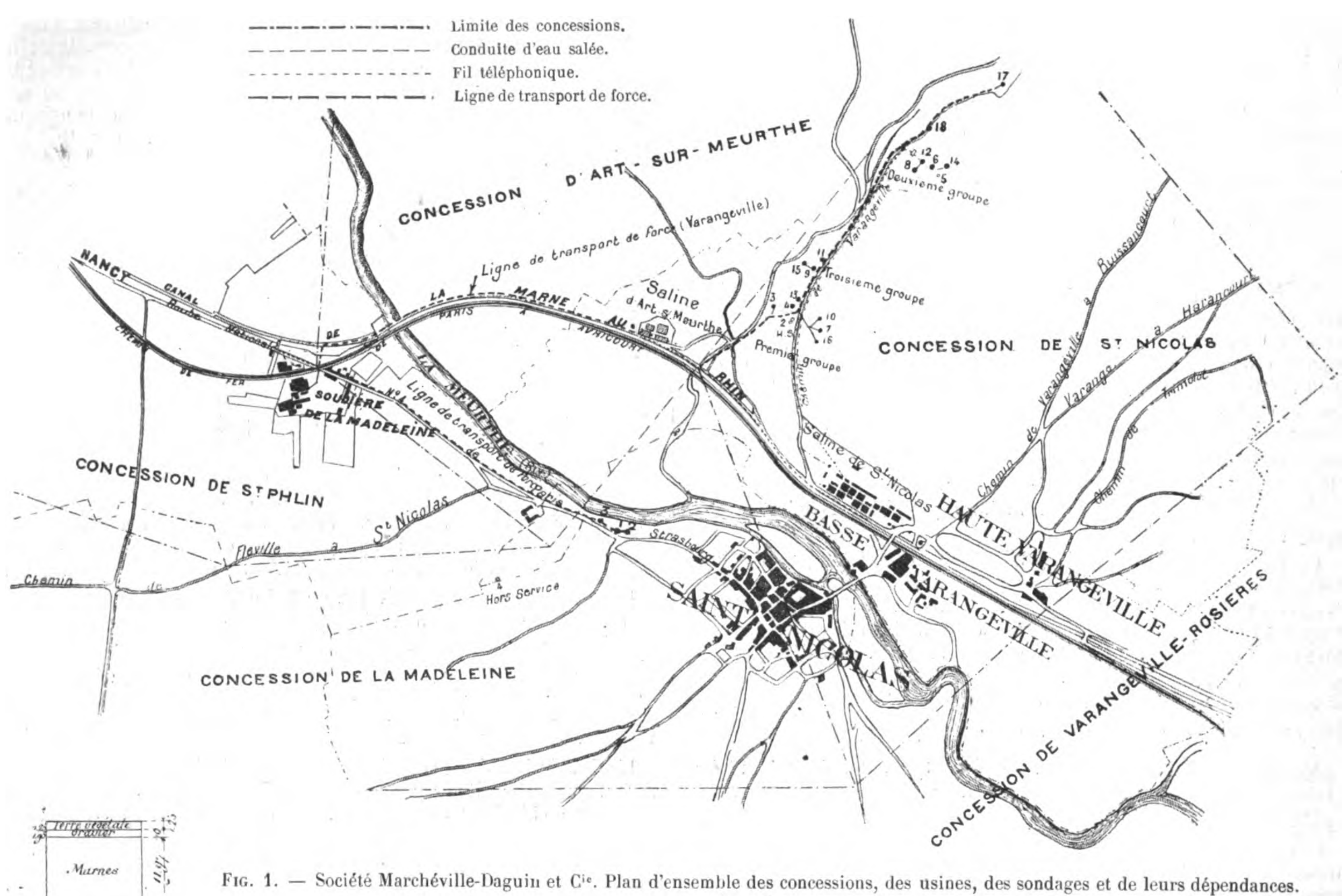



FIG. 1. — Société Marchéville-Daguin et Cie. Plan d'ensemble des concessions, des usines, des sondages et de leurs dépendances.

trique pour la transmission de l'énergie aux différents points des deux concessions. Aussi croyons-nous intéressant de compléter et de mettre à jour les renseignements qui ont été précédemment donnés ici.

Nous commencerons par rappeler brièvement les conditions générales de ces deux concessions et de leur exploitation.

*Historique.* — La Société Daguin et Cie, en commandite par actions, au capital primitif de 3 millions de francs, a fondé, en 1855, la saline de Saint-Nicolas.

En 1884, par suite de sa fusion avec la Société des Produits chimiques de l'Est, elle a porté son capital à 5 800 000 francs, et elle est devenue la « Société du Comptoir de l'Industrie du sel et des Produits chimiques de l'Est ».

CONCESSIONS (fig. 1). — La concession de Saint-Nicolas, instituée par décret du 7 juillet 1855, est exploitée, depuis 1856, par la saline de Saint-Nicolas.

Le 15 avril 1878, la Société obtenait une extension de 129 hectares, portant la superficie totale de la concession de mines de sel gemme et de sources salées à 769 hectares.

La Société possède, en outre, depuis sa fusion en 1884 avec la Société des Produits chimiques de l'Est, la concession de la Madeleine, d'une superficie de 605 hectares, instituée le 6 décembre 1881.

Les deux concessions contiguës forment ensemble une superficie de 1 374 hectares. Un décret du 19 juillet 1885 a prononcé la réunion des deux concessions.

*Richesse du gisement.* — La concession de Saint-Nicolas renferme onze couches de sel, qui sont notées dans le fonçage du puits (fig. 2) et forment une épaisseur totale de 65 mètres. La première couche de sel se trouve à 144m 86 au-dessus du niveau de la mer.

FIG. 2. Puits St-Jean-Baptiste, n° 2.

**Saline de Saint-Nicolas. — La saline de Saint-Nicolas (fig. 3 et 4) est la plus importante du groupe de l'Est.**

Placée sur le canal de la Marne au Rhin, le chemin de fer de Paris à Avricourt et la route nationale de Paris à Strasbourg, elle est dans une situation des plus satisfaisantes quant aux moyens de transport.

Deux murs de quai construits devant l'usine, et des moyens mécaniques de chargement et de déchargement permettent la mise rapide et économique des produits sur bateau, et des houilles ou matériaux sur tas dans l'usine (fig. 5 et 6).

De même une passerelle (fig. 7), reliant l'usine à la voie ferrée, permet la mise facile sur wagon des produits expédiés par chemin de fer. Une voie de raccordement met directement l'usine en relation avec la gare de Varangéville.

EXPLOITATION DU SEL GEMME. — Le sel gemme est exploité (fig. 8), à la onzième couche, au pic et à la poudre, sur une épaisseur de cinq mètres. La largeur des galeries est de dix mètres; les piliers ont également dix mètres de côté.

Le sel gemme ainsi extrait des galeries est remonté au jour et livré, sous forme de blocs, aux raffineries de sel, à l'agriculture, et à certaines usines de produits chimiques. Pour d'autres usines, il est égrugé et livré sous forme de grains de grosseur variable suivant les besoins.

La surface exploitée à la concession de Saint-Nicolas par puits et galeries atteint aujourd'hui :

| | |
|---|---|
| A l'ancien champ d'exploitation de la onzième couche, autour du puits n° 1, ouvert en octobre 1873 . . . . . . . . . . . . . hectares. | 11 |
| Au nouveau champ d'exploitation ouvert, depuis cette époque, dans la onzième couche autour du puits n° 2 (Saint-Jean-Baptiste), jusqu'à ce jour . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 24 |
| SOIT ENSEMBLE, pour les deux exploitations contiguës . . hectares. | 35 |

Depuis l'origine, la longueur des galeries et le cube extrait atteignent :

| | Longueur totale des galeries. | Cube du vide. |
|---|---|---|
| | mètres | mètres cubes |
| Anciens travaux . . . . . . | 9 363 | 383 775 |
| Nouveaux travaux. . . . . . | 15 022 | 706 134 |
| TOTAL . . . . | 24 385 | 1 089 909 |

EXPLOITATION PAR DISSOLUTION. — **La saline de Saint-Nicolas doit produire sous forme d'eau salée les quantités nécessaires non seulement à sa propre fabrication, mais aussi à la presque totalité de la fabrication de la soudière de la Madeleine.**

**En 1889, existaient déjà, dans la vallée de la Roanne, neuf sondages distribués en trois groupes, placés à 1 000, 1 500 et 2 500 mètres de**

la Saline et, conformément aux règlements administratifs, à plus de 500 mètres du canal.

Puis, furent foncés successivement, de 1889 à 1899, sept nouveaux sondages : les numéros 10, 13 et 16 dans le premier groupe; les numéros 11 et 15 dans le troisième groupe; et les numéros 12 et 14 dans le deuxième groupe.

Enfin, en 1899, un groupe d'un grand avenir, le quatrième, a été créé à l'extrémité nord de la concession de Saint-Nicolas, et commencé par le forage nº 17, qui sera mis en exploitation à la fin de l'année 1900. Le numéro 18 est en préparation.

Les groupes de la concession de Saint-Nicolas mis, depuis le mois de juin 1888, en communication avec la soudière de la Madeleine par une canalisation en fonte d'un grand diamètre (voir le plan, fig. 1) et de plus de 4 kilom. de longueur, fournissent à cette usine la plus grande partie de l'eau salée nécessaire à sa fabrication; celle-ci tire l'autre partie dont elle a besoin des trois sondages établis sur la concession même de la Madeleine.

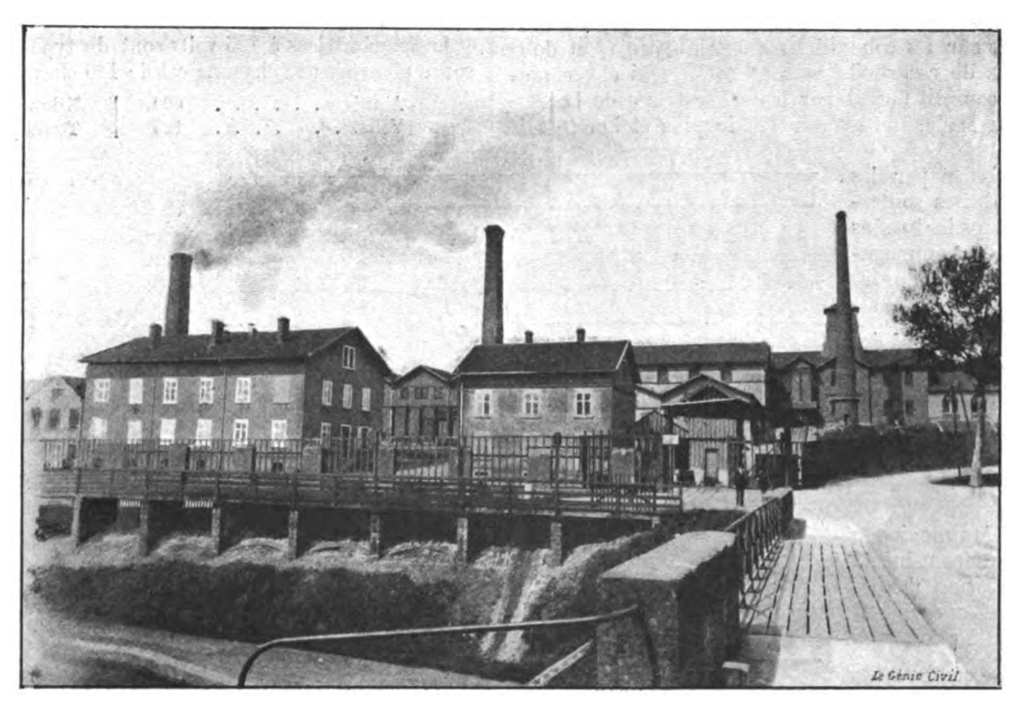


FIG. 3. — Vue d'ensemble de la Saline de Saint-Nicolas.

En 1899, la Société a réalisé dans son exploitation par dissolution une amélioration considérable, en substituant, dans tous les groupes de sondages, la commande électrique à la commande par machines à vapeur et câbles télédynamiques. C'est l'usine de la Madeleine qui fournit l'énergie électrique aux sondages des deux concessions.

La quantité totale de mètres cubes d'eau salée extraite est actuellement d'environ 700 mètres par jour, soit de 250 000 mètres cubes par année.

| | | |
|---|---|---|
| Le volume en mètres cubes extrait par les sondages de la concession de Saint-Nicolas, depuis janvier 1875 jusqu'au 30 juin 1900, est de . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . mètres cubes. | | 3 384 683 |
| dont, pour la fabrication du sel raffiné à la saline de Saint-Nicolas. . . . . . . . . . . . mètres cubes. | 2 248 050 | |
| et pour la fabrication de la soude à la Madeleine . . | 1 136 633 | |
| La soudière a de plus, pour sa fabrication, tiré des sondages de sa concession de la Madeleine, depuis 1884 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . mètres cubes. | | 259 016 |
| SOIT ENSEMBLE, pour les deux concessions. mètres cubes. | | 3 643 699 |

*Combustible.* — Le combustible employé à la saline est de la houille menue provenant des mines du Nord et du Pas-de-Calais; le transport est effectué par canal.

*Surface des poêles de cristallisation.* — La saline de Saint-Nicolas comprend un ensemble de 65 poêles d'évaporation dont :

| | mètres carrés |
|---|---|
| 26 poêles à feu nu ordinaire ayant une surface totale de. . | 3 358 |
| 15 poêles à fin-fins et poêles rondes . . . . . . . . . . . . | 247 |
| 24 poêles à vapeur d'une surface de. . . . . . . . . . . . | 1 780 |
| SOIT ENSEMBLE . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 385 |

Cette surface peut produire annuellement 30 000 tonnes de sels raffinés de toutes sortes.

PRODUCTION DE LA SALINE. — Le tableau suivant indique la production de la saline de Saint-Nicolas, de 1890 à 1899 :

*Production de la saline de Saint-Nicolas* (en tonnes).

| ANNÉES | SEL GEMME | SEL RAFFINÉ | TOTAUX |
|---|---|---|---|
| 1890 | 69 724 | 28 195 | 97 919 |
| 1891 | 64 138 | 26 035 | 90 173 |
| 1892 | 83 755 | 24 575 | 108 330 |
| 1893 | 85 716 | 22 390 | 108 106 |
| 1894 | 85 766 | 21 718 | 107 484 |
| 1895 | 86 942 | 20 455 | 107 397 |
| 1896 | 80 448 | 20 499 | 100 947 |
| 1897 | 84 945 | 25 517 | 110 462 |
| 1898 | 87 841 | 21 229 | 109 070 |
| 1899 | 81 655 | 18 911 | 100 566 |

La moyenne de la période 1890-1891 est de 102 402 tonnes; celle de la période 1895-1899, de 105 688 tonnes. En 1889, la saline n'avait fabriqué que 62 761 tonnes de sel gemme et 30 222 tonnes de sels raffinés, soit au total 92 983 tonnes.

*Diverses sortes de sels raffinés.* — C'est par la plus ou moins grande rapidité de l'évaporation de l'eau salée dans les poêles que s'obtiennent les sels de différentes grosseurs de grains, et on a pris l'habitude de distinguer les sortes de sels par le temps qu'exige leur fabrication : sels de 6 heures, 9 heures, 12 heures, 24 heures, 48 heures, 72 heures et 96 heures. Les écailles exigent un temps encore plus long; les sels fin-fins, au contraire, sont produits instantanément dans l'eau salée portée à l'ébullition.

*Sels pour l'agriculture.* — La saline de Saint-Nicolas fournit principalement des sels dénaturés pour la nourriture des bestiaux et pour le salage des foins.

Les formules de dénaturation employées, conformément au règlement de l'administration, sont les nos 1, 3 et 5.

Ces sels contiennent, pour 1 000 kilogr. de sel :

| | | |
|---|---|---|
| Nº 1 : | 200 kilogr. | de tourteaux oléagineux; |
| Nº 3 : | 5 — | de peroxyde de fer, et |
| | 100 — | de tourteaux oléagineux; |
| Nº 5 : | 5 — | de peroxyde de fer, |
| | 10 — | de poudre d'absinthe, et |
| | 10 — | de mélasse. |

La saline livre, en outre, des sels gemmes en gros blocs qui sont avantageusement placés dans les râteliers et mangeoires des divers animaux.

La vente de ces blocs prendrait une grande extension, si le prix pouvait en être suffisamment abaissé; mais, comme ces blocs ne peuvent être dénaturés ainsi que les sels en grains, ils continuent à être frappés du droit de 10 francs par 100 kilogr., ce qui est un obstacle à leur propagation.

Des essais faits avec des sels dénaturés agglomérés ont donné de mauvais résultats. Avec le temps, ces sels se délitent, et les animaux en absorbent des quantités trop fortes et nuisibles à leur santé.

La vente moyenne annuelle de la saline de Saint-Nicolas est de 3 000 quintaux de blocs, et 7 000 quintaux de sels dénaturés.

EXPLOITATION AGRICOLE. — La Société est propriétaire, sur ses deux concessions, de 120 hectares, dont 75 ne sont pas employés à des besoins industriels, mais constituent une ferme exploitée par la Saline.

**Soudière de la Madeleine** (fig. 9 et 10). — La Société Marchéville-Daguin possède, depuis 1884, la soudière de la Madeleine, où elle fabrique le carbonate de soude par le procédé à l'ammoniaque.

Cet établissement, situé à 5 kilom. de Saint-Nicolas et à 11 kilom. de Nancy, est dans une excellente situation topographique, sur le canal de la Marne au Rhin, sur la route nationale de Paris à Strasbourg et sur le chemin de fer de Paris à Avricourt, dont un embranchement pénètre dans l'usine.

PRODUCTION DE LA MADELEINE. — La production de la Madeleine, qui était seulement de 1 367 tonnes en 1884-1885, s'est accrue rapidement pour atteindre près de 12 000 tonnes en 1889-1890. Elle n'a d'ailleurs cessé d'augmenter depuis sa création. Le tableau suivant donne les chiffres des dix dernières années, l'exercice finissant au 30 juin :

*Production de la soudière de la Madeleine* (en tonnes) :

| | Soude. | Cristaux. |
|---|---|---|
| 1890-1891 | 12 624 | 5 315 |
| 1891-1892 | 13 943 | 5 200 |
| 1892-1893 | 16 679 | 4 560 |

| | Soude. | Cristaux. |
|---|---|---|
| 1893-1894 | 18 520 | 5 060 |
| 1894-1895 | 18 795 | 4 600 |
| 1895-1896 | 19 040 | 5 390 |
| 1896-1897 | 20 580 | 4 875 |
| 1897-1898 | 21 625 | 5 485 |
| 1898-1899 | 22 375 | 5 630 |
| 1899-1900 | 26 780 | 4 160 |

Matières premières. — *Eau salée.* — L'eau salée provient des sondages qui sont installés sur les concessions de Saint-Nicolas et de la Madeleine. Les pompes de ces sondages sont actionnées électriquement au moyen d'un courant fourni par les génératrices de la soudière. La distance de la Madeleine au sondage le plus éloigné est de 5km 200.

L'eau salée est refoulée par les pompes dans des conduites souterraines, qui l'amènent dans les bassins de la soudière, où elle est emmagasinée et distribuée au fur et à mesure des besoins.

*Calcaire.* — Le calcaire est tiré des carrières de Laxou, près Nancy ; de Liverdun, où la Société possède une exploitation ; et de Pierre-la-Treiche, près de Toul. Il arrive par canal jusqu'au port de déchargement de la Madeleine.

*Ammoniaque.* — L'ammoniaque provient principalement des usines à gaz, qui, après concentration, l'expédient dans des wagons-citernes. Il provient aussi des fours à coke.

*Combustible.* — Le combustible provient des mines du Nord et du Pas-de-Calais, qui l'expédient généralement par eau jusqu'au port de la Madeleine. Des tarifs communs entre les Compagnies de l'Est et du Nord permettent en cas d'urgence l'emploi de la voie ferrée.

Force motrice. — *Chaudières à vapeur.* — La batterie de générateurs à vapeur installée à la soudière de la Madeleine se compose de 12 chaudières du type Mac-Nicol, accolées deux par deux, avec un couloir séparant chaque groupe.

| | | |
|---|---|---|
| Surface de grille pour chaque générateur. | mètres carrés | 4,600 |
| Surface de chauffe | — | 165,000 |
| Nombre de tubes | | 100 |
| Surface de chauffe en tubes | mètres carrés | 100,000 |
| Timbre | kilogr. | 8 |

Chaque chaudière, en outre des appareils de sûreté imposés par la loi, est munie de quatre niveaux, dont deux à l'avant et deux à l'arrière. Le service de surveillance, confié à un chef chauffeur, se fait à l'arrière, où se trouvent placés les registres, les manomètres, les valves d'introduction et de purge, et les niveaux d'eau. Les chauffeurs n'ont à se préoccuper que du chargement de la houille dans les foyers et de leur décrassage. Des wagonets Decauville circulent dans un tunnel à l'avant des foyers, reçoivent les produits du décrassage, et les évacuent au dehors, en les remontant au niveau du sol au moyen d'un monte-charge hydraulique mis en pression par les chevaux alimentaires.

Le service d'alimentation est assuré par un groupe de trois pompes à vapeur horizontales du système Blake.

L'eau, puisée dans le canal, titre 14° hydrotimétriques. Elle est réchauffée à 50° C. au moyen de vapeurs perdues, épurée dans un appareil Desrumaux, qui la ramène à 4° hydrotimétriques, réchauffée à nouveau à 90° C. au moyen de deux réchauffeurs tubulaires du système Wheeler, et enfin refoulée dans les chaudières par les pompes.

Cette batterie de 12 générateurs, formant une surface de chauffe de 1 920 mètres carrés, est couverte d'une toiture en fer et occupe une superficie de 60 × 20 = 1 200 mètres carrés.

Deux cheminées sont affectées au service des foyers. Un registre à chacune d'elles permet de les interchanger pour le cas de réparations ou nettoyages.

Essai de vaporisation à une allure moyenne :

| | | |
|---|---|---|
| Houille humide brûlée par mètre carré de grille. | kilogr. | 53,000 |
| Eau évaporée par mètre carré de surface de chauffe. | — | 13,040 |
| Eau évaporée par kilogramme de houille. | — | 8,800 |

Groupes électrogènes. — *Génératrices.* — Les groupes électrogènes, placés dans une salle de machines au centre de l'usine (fig. 11), occupent un emplacement de 20 × 12 = 240 mètres carrés.

Ils se composent de cinq génératrices excitées en dérivation, à courant continu, de 75 kilowatts chacune, avec une force électromotrice de 125 volts aux bornes ; et de deux génératrices excitées en dérivation, à courant continu, de 46 kilowatts chacune, avec une force électromotrice de 1 220 volts aux bornes extrêmes des deux induits.

Les cinq premières sont affectées au service de l'éclairage et de la force motrice de la soudière.

Les deux dernières sont réservées au transport de force des sondages.

Les génératrices à 125 volts sont du type Thury à 6 pôles. La puissance absorbée par chacune est de 110 chevaux.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ampères | 600 | Kilowatts | 75 |
| Volts | 125 | Tours par minute | 480 |

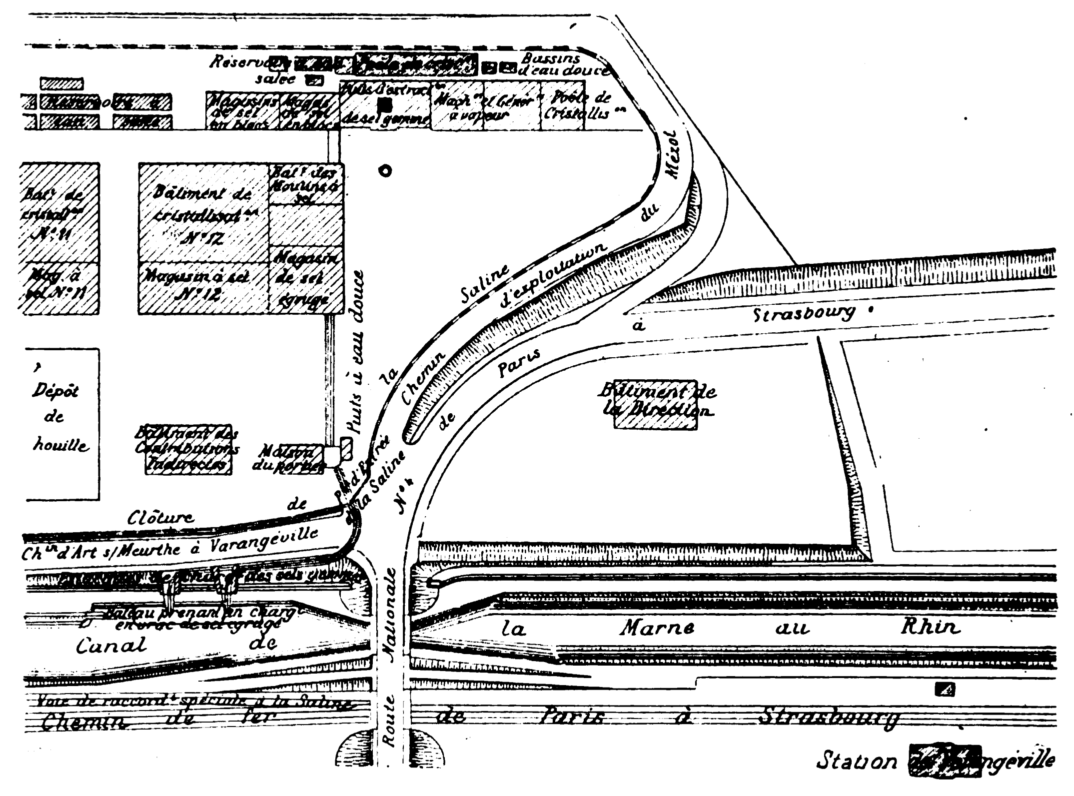



Fig. 4. — Plan d'ensemble de la Saline de Saint-Nicolas.

Les génératrices à 1 220 volts sont également du même type à 6 pôles et à deux induits calés sur le même arbre. La puissance absorbée par chacune est de 68 chevaux.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ampères | 2 × 38 | Kilowatts | 46 |
| Volts | 2 × 610 | Tours par minute | 480 |

Le système de distribution est à 3 fils, avec une différence de tension de $\frac{1220}{2} = 610$ volts entre deux fils voisins.

La puissance électrique de ces 7 unités est de :

$5 \times 75 + 2 \times 46 = 467$ kilowatts ou 634 chevaux électriques.

Mais, en réalité, deux génératrices à 125 volts et une génératrice à 1 220 volts sont à l'état de repos, prêtes à satisfaire aux interchangements périodiques, ou à servir de secours en cas d'accident.

La production d'énergie électrique, mesurée sur les enregistreurs du tableau, est de :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1400 amp. | × 125 volts | = | 173 000 watts | |
| 47 — | × 570 — | = | 26 800 — | |
| Total . . . . | | | 199 800 watts, | |

soit : $\frac{199\,800}{736} = 271{,}4$ chevaux électriques.

*Moteurs des génératrices.* — Les 7 génératrices sont actionnées directement chacune par un moteur à vapeur du système Willans et Robinson à simple expansion.

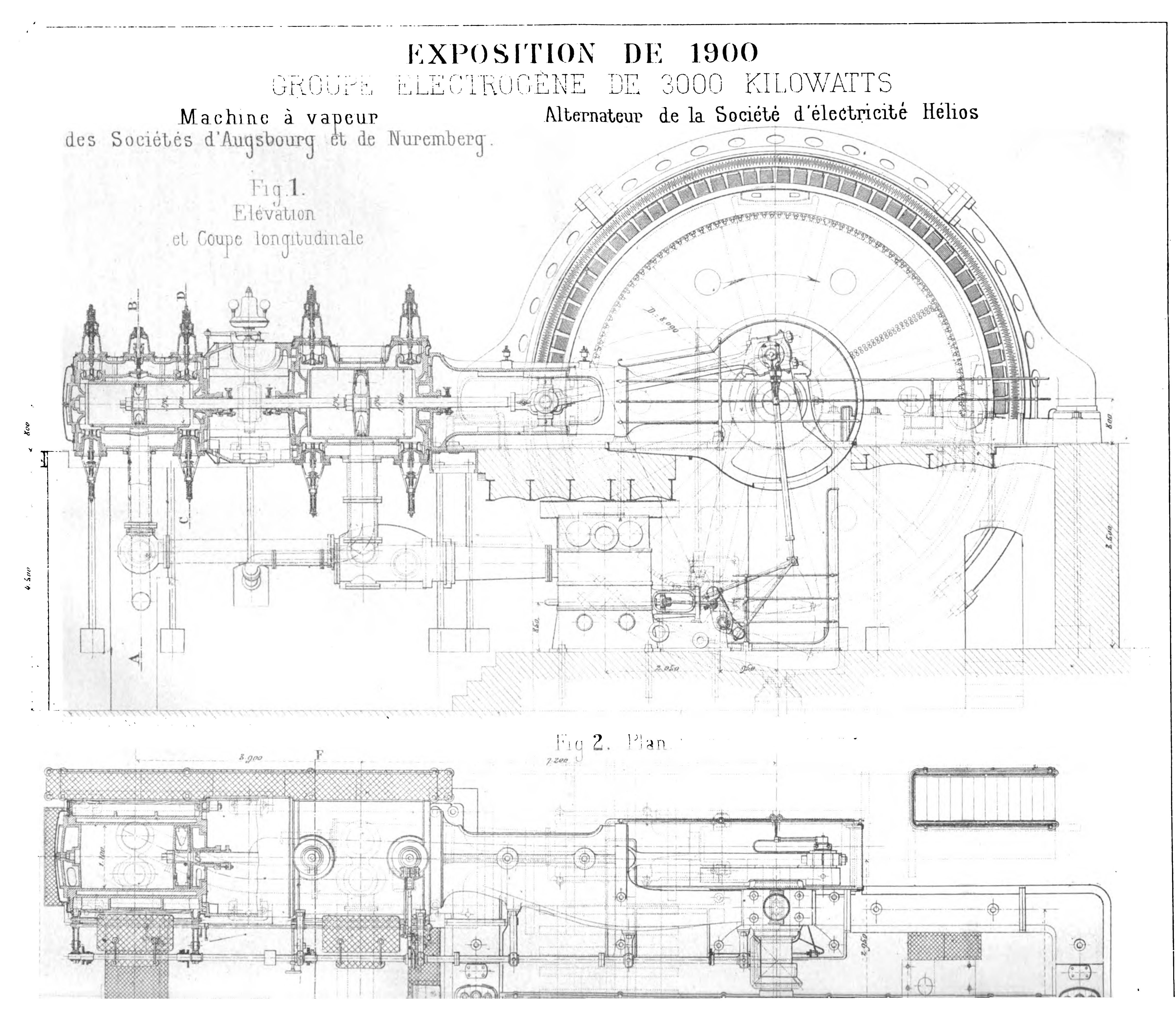
L'accouplement, entre l'arbre du moteur et celui de la dynamo, est obtenu au moyen d'un manchonnement élastique à broches et à courroie.

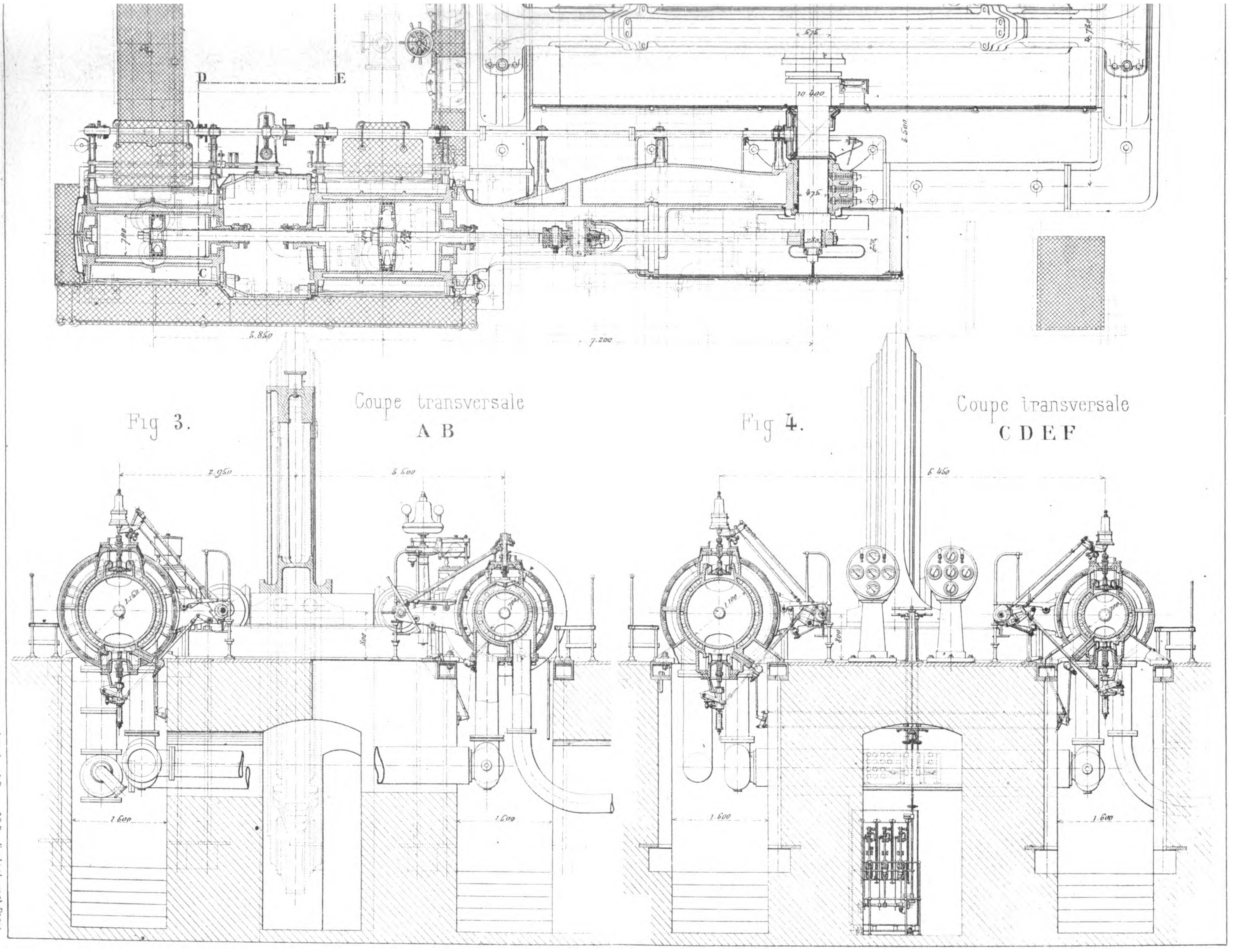
Ces moteurs ont :

3 cylindres conjugués pour les génératrices de 75 kilowatts
2 — — — — 46 —

Voici leurs données principales :

| | | |
|---|---|---|
| Nombre de tours par minute | | 480 |
| Puissance maximum pour la marche continue | Machine à trois cylindres | 132 chevaux indiqués. |
| | Soit 44 chevaux indiqués par cylindre. | |
| | Machine à deux cylindres | 88 chevaux indiqués. |


EXPOSITION DE 1900
GROUPE ÉLECTROGÈNE DE 3000 KILOWATTS
Machine à vapeur
des Sociétés d'Augsbourg et de Nuremberg.
Alternateur de la Société d'électricité Hélios
Fig.1.
Élévation
et Coupe longitudinale
Fig 2. Plan




Auto Imp. L. Braun 55, Rue Rochechouart Paris

| | | |
|---|---|---|
| Pression maximum aux générateurs à vapeur | kilogr. | 8 |
| Pression nécessaire en marche à pleine charge | — | 6,500 |
| Contre-pression à l'échappement, conséquence de l'utilisation de la vapeur après son emploi comme force motrice | 1 kilogr. à | 1,500 |
| Force totale de l'installation en chevaux indiqués | $\left.\begin{matrix}5 \times 132\\ 2 \times 88\end{matrix}\right\}$ | 836 chevaux. |
| Rapport entre la force indiquée maximum et la force productive des génératrices | $\frac{836}{634}$ | = 1,318. |

Voici les résultats d'un essai pratiqué sur un moteur Willans à 3 cylindres conjugués, marchant à l'allure modérée de 118 chevaux :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Contre-pression à l'échappement | kilogr. | 1,200 | |
| Pression dans le dôme de la machine | — | 6,75 | à 7 kilogr. |
| Introduction de la vapeur dans le cylindre | | 0,4 | de la course. |
| Pression moyenne d'après diagramme | kilogr. | 2,655 | |
| Chevaux indiqués | | 118,4 | |
| Chevaux électriques fournis | | 87,2 | |
| Vapeur consommée par cheval indiqué | kilogr. | 18,100 | |
| — — — électrique | — | 24,500 | |
| Houille humide brûlée par cheval électrique | — | 2,807 | |
| Rendement de la machine à vapeur | | 82,1 % | |
| — de la génératrice à la faible charge de 87,2 chevaux | | 89,7 % | |
| Rendement du groupe électrogène | | 73,7 % | |

mètre-enregistreur de 3000 ampères shunt sur une résistance de 26,6 microhms, et un voltmètre enregistreur de 150 volts. Les résistances d'excitation actionnées par le régulateur Thury se trouvent au-dessous du panneau.

Deux barres collectrices en cuivre, fixées le long du mur de la salle, reçoivent le courant des différents panneaux et permettent, au moyen d'interrupteurs à fiches, d'interchanger les génératrices 125 volts entre elles.

Une passerelle, placée sur les cadres des tableaux, permet d'accéder à deux barres distributrices qui servent de départ aux différents câbles qui rayonnent dans l'usine. Chaque départ est muni d'un interrupteur et d'un coupe-circuit fusible. Les appareils de sécurité destinés à préserver les génératrices des coups de foudre sont placés sur cette passerelle.

Toutes les arrivées de vapeur se font, en élévation, au-dessus des moteurs Willans. Les échappements se rendent dans le sous-sol, aménagé en cave, pour, de là, être réunis dans un collecteur et utilisés dans la fabrication.

Le service est réglé de façon à assurer le fonctionnement continu des génératrices, jour et nuit. Les machines sont interchangées toutes les vingt-quatre heures.

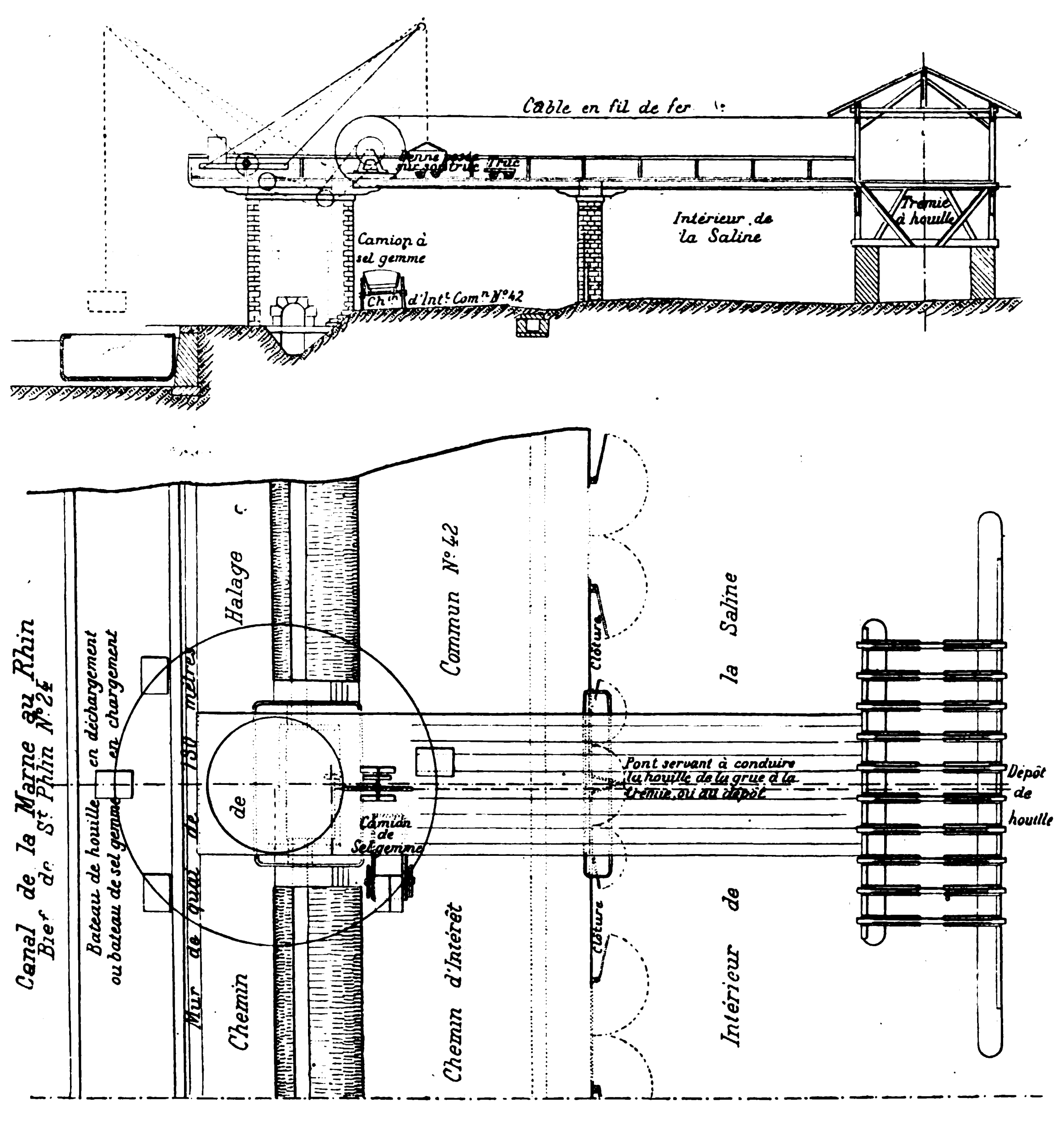



Fig. 5 et 6. — Disposition des moyens de chargement et de déchargement sur le mur du quai, en face des bâtiments de la Saline de Saint-Nicolas. Vue en élévation du pont et de la grue, et vue en plan.

*Tableau électrique et distribution.* — Vis-à-vis du groupe électrogène se trouve situé le tableau des appareils de mesure et de mise en marche. Il se compose de plusieurs panneaux en marbre accessibles sur toutes leurs faces.

Pour chaque génératrice on dispose des appareils suivants :

Un ampèremètre apériodique de grand diamètre;
Un voltmètre — — —
Un disjoncteur automatique à solénos
Un interrupteur.

Sur un tableau spécial, placé au centre du groupe, se trouvent fixés, un régulateur automatique d'excitation système Thury; un ampère-

Déchargement mécanique. — Par suite du développement rapide de sa production, la Société Marchéville-Daguin fut amenée, en 1897-1898, à installer, entre son port et ses parcs, un tablier métallique muni des moyens les plus perfectionnés de déchargement et de roulage.

L'ouvrage est composé dans son ensemble de la façon suivante :

A l'extérieur de l'usine, d'un tablier métallique continu de 142 mètres de longueur, divisé en cinq travées de 28m 40. Ces travées reposent sur des chevalets en aciers profilés, solidement assis et ancrés sur des piliers en moellons et pierres de taille.

L'un des piliers se trouve au centre du canal. Une porte monumentale sert de support à l'entrée de l'usine.

Le tablier est constitué par deux poutres de rive ayant 3m100 de hauteur. Ces poutres sont composées (par panneaux de 2m81 de largeur) avec des montants et des croix de Saint-André.

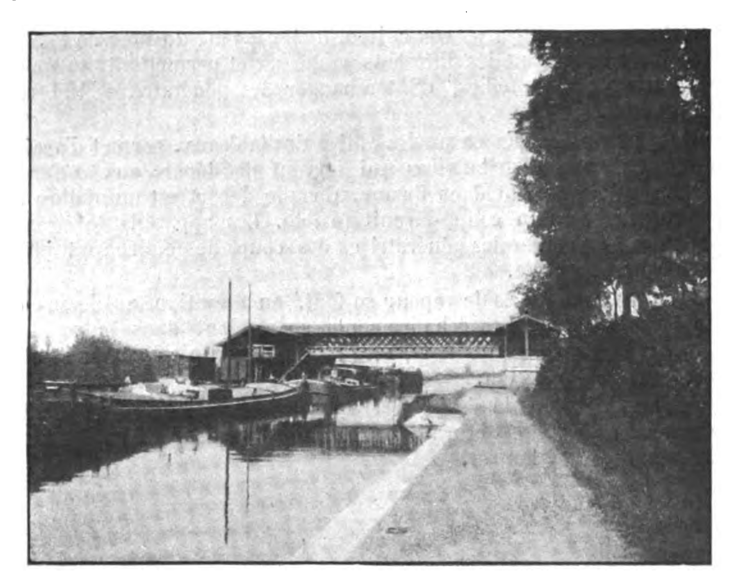


Fig. 7. — Passerelle reliant l'usine de Saint-Nicolas à la voie ferrée.

Elles sont reliées à leur partie inférieure par des pièces de pont, sur lesquelles est fixé un platelage en chêne, et à leur partie supérieure par des entretoises en croix.

L'ouvrage se continue, à l'intérieur de l'usine, par des travées indépendantes, de 10m90 de longueur, reposant sur des chevalets métalliques. Ces travées, qui ont un développement de 204 mètres, sont formées par deux poutres de rives, pleines, ayant 0m80 de hauteur. Le platelage fixé sur les pièces de pont reçoit les voies de roulage.

La longueur totale de l'ouvrage, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, est de 346 mètres ; et son poids total, comprenant tablier, chevalements, porte d'entrée, monte-charges, estacade du parc à houille et transbordeur, est de 450 tonnes.

Toute la construction est en acier.

L'étude de cet ouvrage a été dressée dans les bureaux techniques de la Société, avec le concours de M. Levesque, Ingénieur, pour la partie métallique. Le montage et la construction ont été exécutés par MM. Munier, de Frouard. Les aciers ont été fournis par la Société des aciéries de Longwy.

*Organisation et fonctionnement.* — L'altitude du tablier au-dessus du plan d'eau du canal est de 10m40; celle des parcs à houille est de 4m80, et celle des parcs à calcaire, de 6 mètres.

Le service du déchargement mécanique comporte : 1° emmagasinement de la houille; 2° mise en tas du calcaire; 3° chargement de la soude sur bateau ; 4° évacuation des résidus de l'usine, soit à l'état de matières solides pour les scories et les déblais de toute nature, soit à l'état liquide pour les eaux résiduaires.

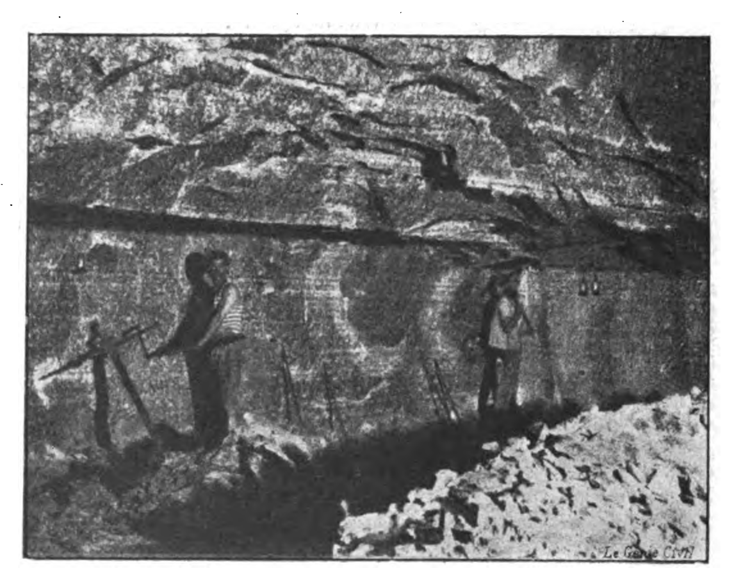


Fig. 8. — Extraction du sel gemme dans une galerie.

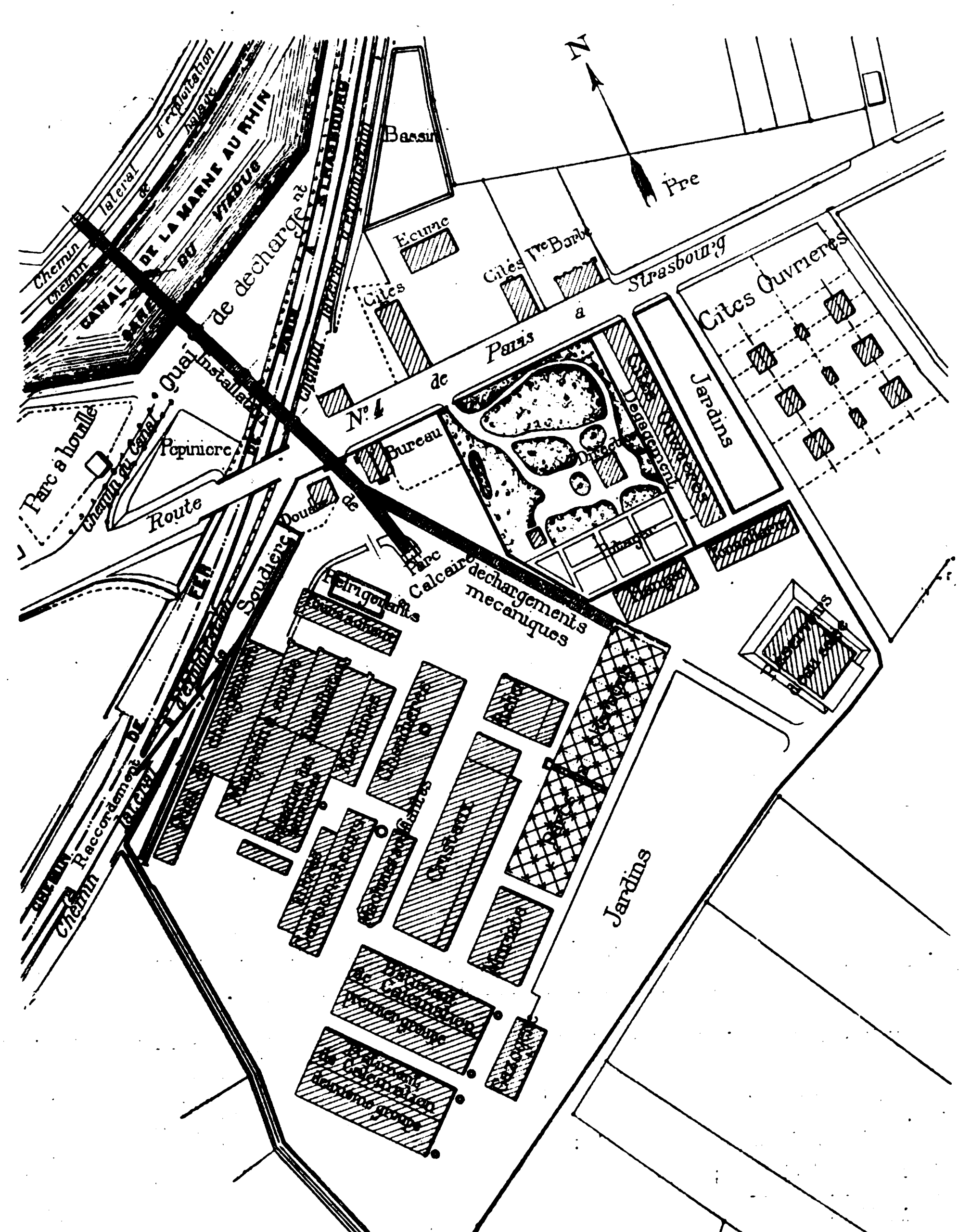



Fig. 9. — Plan d'ensemble de la Soudière de la Madeleine.

Le parc à houille se compose d'une aire rectangulaire, de 25 mètres de largeur et de 116 mètres de longueur, sur laquelle est implantée une estacade en fer, qui sert de roulement à un chariot transbordeur. La hauteur d'emmagasinement de la houille est de 4m80. Le parc peut contenir 9 000 mètres cubes de charbon.

Le chariot transbordeur, constitué comme un pont roulant de 25 mètres de portée, repose, au moyen de galets, sur quatre chemins écartés de 6m25 entre eux. Il reçoit, par l'intermédiaire du tablier métallique dans lequel il vient s'encastrer à bout de course, un train de 14 wagonets culbuteurs poussés par une locomotive électrique.

Le chariot, mû par un électromoteur, se met en marche jusqu'au point du parc où la houille doit être déchargée. En faisant machine en arrière, il ramène le train vide à l'extrémité du tablier métallique. La locomotive accroche et reprend la direction des grues.

| | | |
|---|---|---|
| Nombre de wagons que peut contenir le transbordeur | | 15 |
| Poids du transbordeur chargé de 15 wagons pleins. | Transbordeur... 8 tonnes. Wagonets pleins. 30 — | tonnes.. 38 |
| Poids net de houille transporté à chaque voyage | — | 17,400 |
| Vitesse d'avancement du transbordeur par seconde | mètres. | 0,35 |
| Force absorbée par l'électromoteur en pleine marche. | Ampères | 25 |
| | Volts | 125 |

Le mouvement d'avancement est produit par un électromoteur-série placé dans un coffre hermétique entre les deux poutres. Le courant est pris latéralement au moyen d'un trolley.

Deux crémaillères, à dents verticales, sont fixées sur les poutres extrêmes de l'estacade. Au moyen d'un arbre longitudinal, le mouvement (préalablement réduit par des trains d'engrenages) est transmis à deux pignons qui produisent l'avancement en engrenant sur les crémaillères.

Les bennes à calcaire, contenant une charge nette de 1 200 kilogr., sont amenées, depuis les grues jusqu'au parc, au moyen de trains de 15 wagonets. Elles sont culbutées sur le tas. Deux monte-charges équilibrés à trois étages, actionnés électriquement, permettent de porter la hauteur du tas à 16 mètres. L'énergie absorbée par les électromoteurs de ces monte-charges est de 70 ampères et 125 volts à pleine charge.

Fig. 10. — Vue d'ensemble de la soudière de la Madeleine.

Pour le service de la soude, une tranchée pratiquée dans le sol de l'usine permet de mettre en relation le magasin à soude avec la recette inférieure des monte-charges.

Les corbeilles, contenant douze sacs de soude (soit 1 200 kilogr.) et montées sur truck, sont élevées à la hauteur du tablier métallique, prises par les locomotives et amenées sous les grues qui les déposent dans les bateaux.

Le tablier métallique offre l'avantage de relier l'usine avec les terrains importants que possède la Société entre le canal et la rivière. Ces terrains sont en partie consacrés à recevoir les eaux résiduaires, les crasses des chaudières et les débris de toutes sortes produits dans l'usine. Les eaux résiduaires sont canalisées dans des conduites qui passent sur le pont. Les résidus solides, chargés dans des wagonets, sont élevés, remorqués par les locomotives et évacués sur les digues des bassins.

Trois grues électriques (fig. 14) ayant une puissance de 2 000 kilogr. chacune, sont affectées au service de chargement et de déchargement des bateaux. Deux d'entre elles reposent sur des pylônes métalliques juxtaposés au chevalet de la pile centrale. La troisième prend son point d'appui sur les poutres du tablier et dessert le bateau qui vient se ranger le long du quai. Cette disposition, qui permet d'opérer le déchargement en travers de la voie de roulage, évite les plaques tournantes. Les trains de wagonets peuvent ainsi se former sous les grues et sont remorqués directement, sans reprise, par les locomotives, jusqu'aux parcs à houille et à calcaire. Les grues sont à pivot et cuvette à billes relevée au-dessus du mécanisme de levage. La prise de courant se fait au moyen de balais en charbon qui frottent sur un limbe en cuivre.

Chaque grue est actionnée par deux dynamos-série, l'une pour la giration, l'autre pour le levage. Le rayon de la volée est de 6 mètres; la chaîne est mouflée à deux brins. Dans le mouvement de descente de la benne, la dynamo s'amorce en génératrice et le mouvement peut être accéléré ou ralenti en introduisant ou en supprimant des résistances dans le circuit. La manœuvre de levage et de descente se fait avec la même mise en marche placée à main droite du conducteur, qui actionne avec sa main gauche la mise en marche de la giration. Les deux mouvements peuvent ainsi se faire simultanément.

La giration absorbe 10 ampères sous une force électromotrice de 125 volts.

Le levage d'une benne pleine absorbe 60 ampères sous une force électromotrice de 125 volts.

La vitesse d'ascension de la benne est de 0m40 par seconde.

Le poids soulevé par la grue se décompose ainsi :

| | | |
|---|---|---|
| Benne vide | kilogr. | 300 |
| Crochet et chaîne, traverse, contrepoids | — | 700 |
| Chargement : houille ou calcaire | — | 1 200 |
| Total | kilogr. | 2 200 |

Un frein automatique électrique agit sur le mouvement de levage, lorsque le courant est coupé accidentellement. Un ampèremètre est à portée de la vue du conducteur.

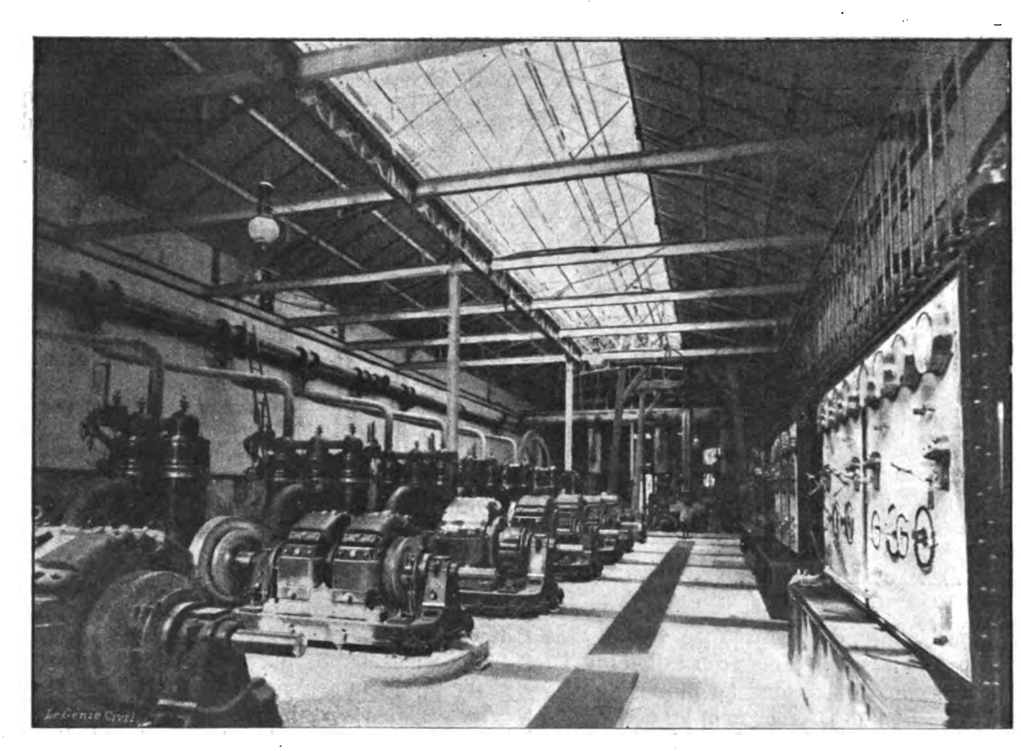


Fig. 11. — Salle des groupes électrogènes.

Deux locomotives électriques suffisent à assurer le service. Elles prennent le courant à 125 volts au moyen d'un trolley et d'une ligne aérienne suspendue au-dessus du pont. L'électromoteur bipolaire, bobiné en série et réversible, actionne l'essieu-moteur par l'intermédiaire de deux trains d'engrenages. Un frein mécanique est à la disposition du conducteur, qui peut également ralentir et arrêter sa machine en mettant les deux pôles en court circuit.

Une locomotive

peut remorquer un train de 15 wagonets, représentant un poids brut de 3000 kilogr., soit un poids net de 18 000 kilogr. de houille ou calcaire, avec une vitesse de 1 mètre par seconde.

La force absorbée par la dynamo, en pleine marche, est de 30 ampères à 125 volts. Le retour du courant se fait par les rails.

L'ensemble de cette installation permet de décharger sur les parcs 15 tonnes de calcaire ou 13t4 de charbon par heure et par grue.

Sondages actionnés électriquement. — La Société Marchéville-Daguin possède :

1° Dans la vallée de la Roanne, quinze sondages à eau salée, dont treize en activité et deux en construction ;

2° Sur la route nationale de Paris à Strasbourg, entre la Madeleine et Saint-Nicolas, trois sondages en activité.

Tous ces sondages étaient autrefois actionnés par des machines à vapeur fixes ou demi-fixes sans condensation, peu économiques, entraînant l'emploi d'un nombreux personnel et le transport du combustible sur des points très éloignés. Un matériel très important de chaudières, de courroies, d'arbres, de poulies et de câbles télédynamiques avait pour conséquence un entretien coûteux. La surveillance de toutes ces unités éparpillées sur une distance de plusieurs kilomètres devenait très difficile.

En créant une station centrale électrogène à la soudière de la Madeleine, la Société supprima du coup ces inconvénients.

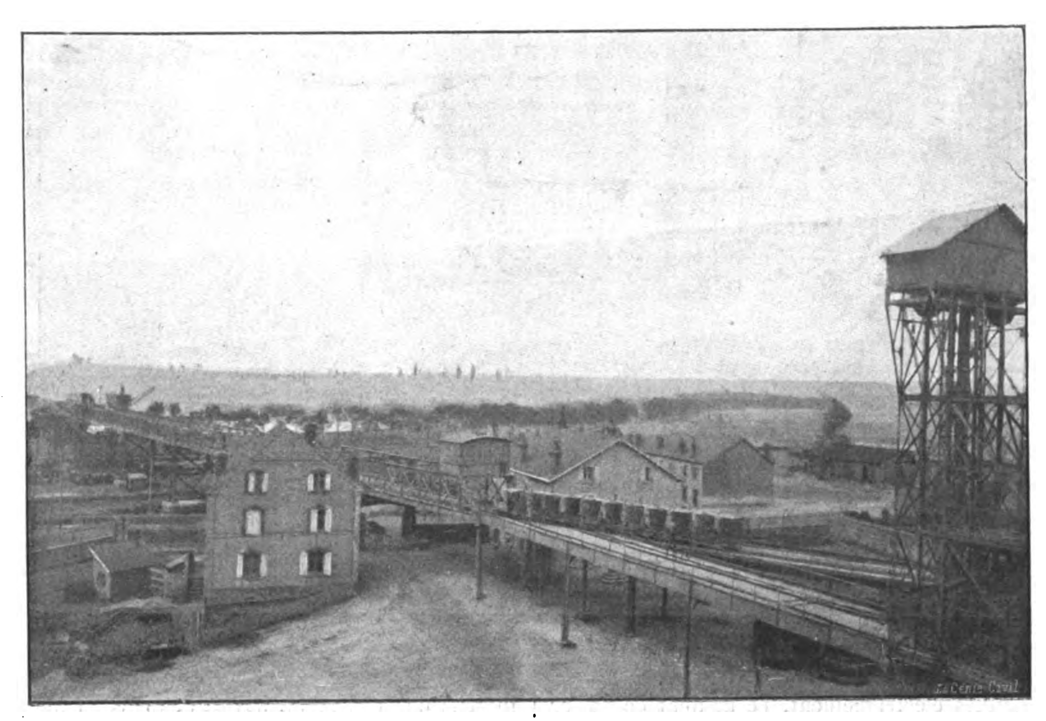


Fig. 12. — Installation de déchargement mécanique dans la Saline de Saint-Nicolas.

Deux dynamos génératrices, de 46 kilowatts chacune, à courant continu et à la tension de 1 220 volts, furent affectées au service des sondages.

Les groupes de la vallée de la Roanne et de la route nationale furent reliés à la station centrale par des conducteurs aériens en cuivre, de

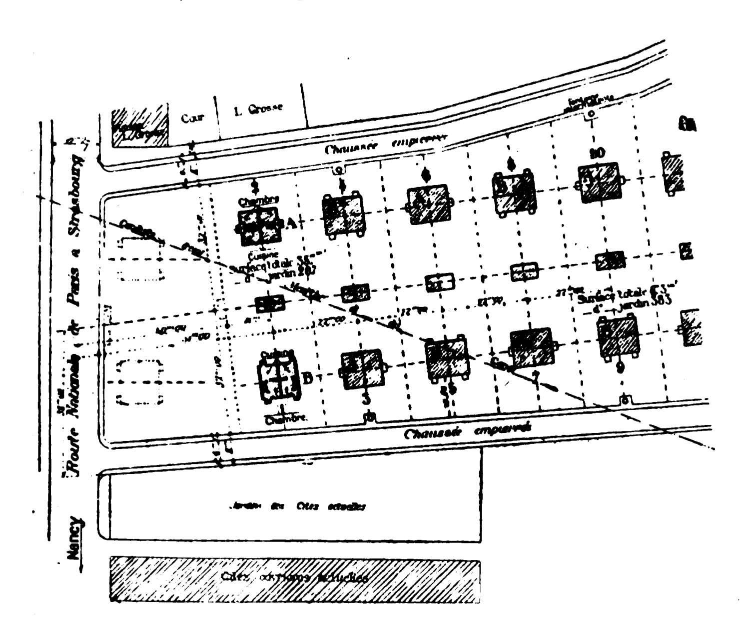


Fig. 13. — Plan des nouvelles cités.

$^{65}/_{10}$ et $^{50}/_{10}$ de millimètres en diamètre, dont le tracé se voit en gros traits noirs discontinus sur le plan d'ensemble de la concession (fig. 1).

La distribution est faite à chacun des groupes au moyen de trois fils. La ligne suit en long la direction des sondages et les dérivations sont prises de façon à faire à peu près une égale répartition entre les deux induits de la génératrice.

La distance de la soudière au sondage n° 17, qui est le plus éloigné, est de 5km200.

| | | |
|---|---|---|
| Perte de potentiel consentie | | 12 °/₀ |
| Force électromotrice entre deux fils voisins au départ | volts | 610 |
| — — à l'arrivée | — | 537 |
| Ampères absorbés par sondage | | 2,7 |
| Soit : watts consommés, 610 × 2,7 | | 1 647 |
| Dépense en watts par mètre cube d'eau salée refoulée | | 518 |

La pompe de chaque sondage est actionnée par un électromoteur-série, muni d'un déclencheur automatique. Cet électromoteur prend son courant en dérivation sur la ligne principale. Le nombre de coups de pistons peut varier entre 3 et 7 par minute, suivant les besoins. Les manœuvres d'arrêt, de mise en marche, d'accélération ou de ralentissement se font depuis la soudière, en agissant sur le rhéostat d'excitation de la génératrice.

La seule surveillance des sondages consiste à vérifier les graissages et le poids Baumé de l'eau salée à de rares intervalles. Un homme suffit à cette tâche pour tout le groupe.

La protection contre les coups de foudre est assurée : aux génératrices, par un parafoudre à peignes, muni d'un soléno ; aux électromoteurs, par de simples coupe-circuits fusibles. Toutes les dynamos sont isolées du sol. Les électromoteurs sont pourvus d'une mise en marche liquide.

Personnel ouvrier. — L'établissement de Saint-Nicolas occupe dans son ensemble 300 ouvriers se répartissant comme suit :

135 sauniers et manœuvres à la fabrication ;
84 mineurs et manœuvres à l'exploitation du sel gemme ;
50 aux expéditions ;
30 aux ateliers de réparation et d'entretien.

La soudière occupe de son côté 350 ouvriers, ce qui fait au total 650 ouvriers pour les deux établissements.

*Caisses de secours.* — A la saline de Saint-Nicolas, l'ancienne caisse de secours a été remplacée, en 1895, par une Société de secours organisée suivant les prescriptions de la loi du 29 juin 1894. De cette Société font partie, avec les ouvriers de la mine, tous les autres ouvriers de l'établissement.

Le capital de l'ancienne caisse de secours, qui s'élevait à plus de 50 000 francs, a été versé à la nouvelle Société de secours.

La caisse de cette Société est alimentée par :

1° Un prélèvement de 2 °/₀ sur les salaires ;
2° Un versement de la Société Marchéville-Daguin, égal à 1 °/₀ des salaires ;
3° Le produit des amendes encourues par les ouvriers
4° Des dons et legs ;
5° L'intérêt des capitaux de la Société de secours.

D'après les statuts :

1° L'ouvrier et l'employé malades reçoivent la moitié du salaire quotidien ;

2° Les soins médicaux leur sont donnés et les médicaments leur sont fournis gratuitement. Les femmes et enfants, ainsi que les ascendants à la charge des ouvriers, reçoivent les soins médicaux aux frais de la Société ;

3° Une allocation de 1 fr. 50 par journée de présence au corps est accordée aux ouvriers de l'établissement appelés à faire des périodes d'instruction comme réservistes ou comme territoriaux ;

4° Des secours mensuels de 5, 10 ou 15 francs, suivant les ressources de la Société de secours, peuvent être accordés aux vieux ouvriers de l'établissement auxquels leur âge ou des infirmités ne permettent plus de travailler.

La Société Marchéville-Daguin, de son côté, accorde à chacun de ses vieux ouvriers une somme mensuelle de 10 francs.

La Société de secours alloue :

Aux femmes en couches des ouvriers de l'établissement, une somme de 20 francs ;



A la famille de l'ouvrier décédé, une somme une fois payée de 40 francs, pour l'aider à payer les frais d'inhumation.

A la soudière de la Madeleine, les statuts de la caisse de secours ont été calqués autant que possible sur ceux de la caisse de la saline. Plus jeune que cette dernière, la caisse de secours de la Madeleine est

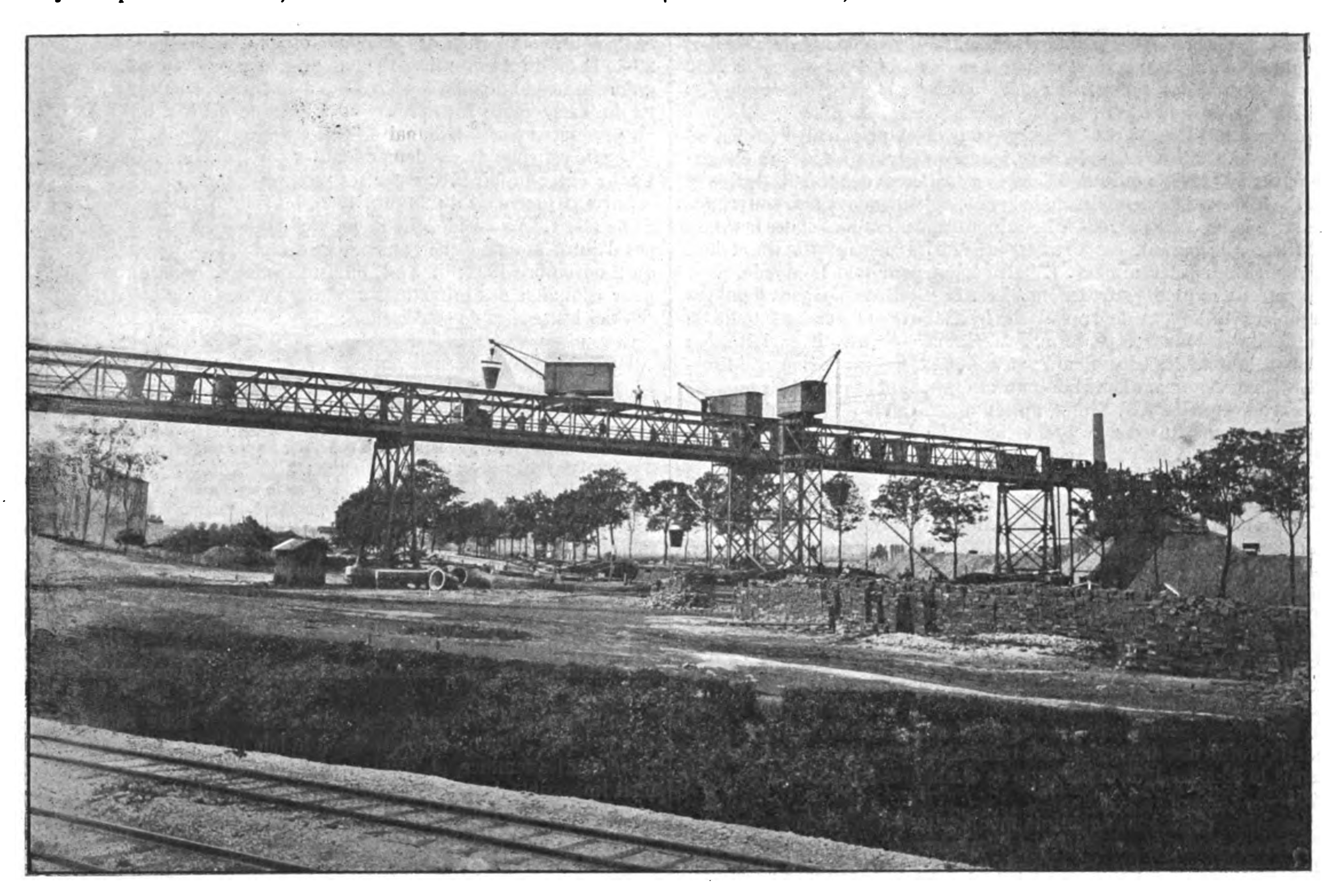


Fig. 14. — Grues électriques pour le chargement et le déchargement des bateaux.

moins riche. Elle ne cesse cependant de mettre à la réserve; le chiffre de ses dépôts à la Caisse d'épargne atteint 15 000 francs.

Habitations ouvrières. — La Société Marchéville-Daguin et C[ie], soucieuse de procurer à ses ouvriers des habitations saines, confortables et à bon marché, a entrepris, l'an dernier, un programme de constructions qui doit se poursuivre d'année en année au fur et à mesure des ressources disponibles.

Après une étude approfondie de la question, le type de cité, qui a été arrêté et construit, est la maison à double logement. Le plan ci-joint (fig. 13) donne le détail des deux types A et B qui ont été adoptés dans les premières constructions.

Le tableau suivant contient les renseignements généraux sur ces constructions :

*Renseignements généraux sur les nouvelles cités.*

| | DÉSIGNATIONS | TYPE A | TYPE B |
|---|---|---|---|
| Par maison | *Surface couverte :* | mètres carrés | mètres carrés |
| | Pour une maison de deux logements . . . | 88 | 88 |
| | Pour un logement. . . . . . . . . . . . | 44 | 44 |
| Par logement | Surface des chambres : | | |
| | Rez-de-chaussée. . . . . . . . . . . . . | 29,80 | 30,20 |
| | Premier étage. . . . . . . . . . . . . . | 30,80 | 28,20 |
| | Surface totale. . . . . . . . . . . . . | 60,60 | 58,40 |
| | Cube des chambres . . . . . . mètres cubes. | 103,020 | 99,280 |
| | Cube moyen d'une chambre — — | 25,755 | 24,820 |
| | *Poulaillers et water-closets.* | mètres carrés | |
| Pour deux maisons | Surface couverte. . . . . . . . . . . . . | 33 » | |
| Par maison | — . . . . . . . . . . . . . | 16,50 | |
| Par logement | — . . . . . . . . . . . . . | 8,25 | |
| | *Jardins.* | | |
| Par maison | Surface totale moyenne. . . . . . . . . . | 830 » | |
| Par logement | — — . . . . . . . . . . | 415 » | |
| Par logement | Surface cultivable . . . . . . . . . . . . | 362,75 | |

La surface totale d'un logement est d'environ 60 mètres carrés, le cube total des chambres de 100 mètres, le cube moyen d'une chambre de 25 mètres.

La surface totale du terrain attribué à chaque logement est de 415 mètres carrés, dont 363 mètres carrés en surface cultivable.

Cet autre tableau donne le détail de la dépense qui s'élève à 11 080 francs par maison double et à 5 540 francs par logement :

*Résumé des dépenses des nouvelles cités.*

| | DÉSIGNATIONS | QUANTITÉS | PRIX | SOMMES |
|---|---|---|---|---|
| | | | francs | francs |
| Constructions | Cités type A . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 | 7 400 » | 22 200 » |
| | Cités type B . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 | 7 600 » | 22 800 » |
| | Poulaillers et water-closets . . . . . . . . | 3 | 1 200 » | 3 600 » |
| | Palissades. Longueur totale . . . . . mètres. | 580 | 1 80 | 1 044 » |
| | Portes cavalières . . . . . . . . . . . . . | 12 | 8 » | 96 » |
| Voirie | Routes, décapement du terrain, assainissements, etc. . . . . . . . . . . . . . . | » | » | 4 040 » |
| Terrain | Valeur du terrain. . . . . . . . . . . . . | » | » | 12 700 » |
| | Total . . . . . . . . . . | » | » | 66 480 » |
| | Soit : Dépense par cité de deux logements . . . . . | » | » | 11 080 » |

Comme on le voit sur le plan général de l'implantation des cités (fig. 13), chacune des maisons doubles se trouve au milieu d'un jardinet de 8 ares environ et est distante de 11 mètres de sa voisine. Les files de maisons sont écartées de 30 mètres entre elles.

Une famille d'ouvriers dispose ainsi, moyennant un loyer mensuel qui n'excédera pas 16 francs, de quatre pièces, d'un grenier, d'une cave, d'une étable et d'un jardinet de 362 mètres carrés environ.

Chaque logement comporte une porte d'entrée et un escalier distincts.

Il a été construit l'an dernier six maisons à double logement. Quatre sont en construction cette année. Des terrains supplémentaires sont attribués aux familles nombreuses.

Ainsi se trouve résolu le problème que tout chef d'industrie soucieux du bien-être de son personnel doit poursuivre sans relâche : création d'une habitation agréable, claire, bien aérée, pourvue d'un jardinet ombragé, et suffisamment éloignée du contact des voisins.

Ch. Dantin.

# JURISPRUDENCE

## DES PÉNALITÉS ENCOURUES EN CAS DE CONTRAVENTION à la loi du 30 mars 1900.

Le *Génie Civil* a publié antérieurement (1) un commentaire de la loi du 30 mars 1900 *portant modification de la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels* (2).

On se rappelle que cette loi a eu pour objet principal d'unifier, et ensuite de réduire, la durée de la journée de travail dans les établissements industriels qui emploient *en même temps* des enfants de l'un et de l'autre sexe âgés de moins de seize ans, de jeunes ouvriers et ouvrières de seize à dix-huit ans, des filles mineures, des femmes et des hommes adultes. Auparavant, ces diverses catégories de travailleurs étaient réglementées différemment. C'était gênant pour tout le monde, pour les patrons comme pour les ouvriers. Les patrons ne pouvaient pas organiser utilement le travail de leurs ouvriers pendant toute la durée de la journée, parce que la journée de travail variait selon l'âge et le sexe des travailleurs ; et comme dans un même établissement, tous les travailleurs concourent également et en même temps à l'œuvre de production, l'interruption du travail des uns rendait généralement improductive la prolongation du travail des autres. Quant aux ouvriers, cette réglementation leur préjudiciait surtout en ce qu'elle compromettait la vie de famille, en obligeant les pères, mères et enfants à commencer et à finir le travail à des heures différentes, les égrenant ainsi les uns à la suite des autres sur le chemin de l'atelier. Aussi la loi du 30 mars 1900, dans un but d'unification, a-t-elle décidé que les jeunes ouvriers et ouvrières, jusqu'à l'âge de dix-huit ans, et les femmes ne pourraient être employés à un travail effectif de plus de onze heures par jour, et que les hommes adultes, employés dans les mêmes établissements, ne pourraient pas être occupés pendant un plus long temps. Cette journée de travail de onze heures doit être elle-même réduite à dix heures et demie au bout de deux ans à partir de la promulgation de la loi, et ensuite à dix heures au bout d'une nouvelle période de deux années : de sorte que la journée de travail de onze heures sera remplacée par celle de dix heures et demie le 30 mars 1902 et par celle de dix heures à la date du 30 mars 1904.

Ces innovations sont autant de modifications à la loi du 2 novembre 1892 *sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels* et au décret-loi des 9-14 septembre 1848 *relatif aux heures de travail des ouvriers adultes dans les manufactures et usines*, en tant que ces enfants, filles mineures, femmes et ouvriers adultes sont employés dans de mêmes établissements soumis à la réglementation, à savoir « usines, manufactures, mines, minières et carrières, chantiers, ateliers et leurs dépendances, de quelque nature que ce soit, publics ou privés, laïques ou religieux, même lorsque ces établissements ont un caractère d'enseignement professionnel ou de bienfaisance ».

Mais la loi du 30 mars 1900 n'a pas dit quelles pénalités seraient applicables en cas de contravention aux dispositions qu'elle édictait.

La question est susceptible d'être controversée, car la loi du 9 septembre 1848 et celle du 2 novembre 1892, que la nouvelle loi modifie également, comportent des sanctions différentes. Tandis que l'article 26 de la loi du 2 novembre 1892 ne prononce, sauf en cas de récidive, qu'une amende de simple police de 5 à 15 francs, l'article 4 du décret-loi du 9 septembre 1848 prévoit une amende de 5 à 100 francs, qui est prononcée par le tribunal de police correctionnelle.

Quelle est celle de ces deux pénalités par laquelle la loi du 30 mars 1900 a entendu faire respecter ses prescriptions ?

Suivant jugement du 28 juin 1900, le Tribunal correctionnel de la Seine (10e Ch.) a décidé que la loi du 30 mars 1900 ne comportait pas d'autre sanction que l'amende de simple police prévue par la loi du 2 novembre 1892 ; il s'est, en conséquence, déclaré incompétent pour connaître des infractions aux dispositions de la nouvelle loi.

Voici les termes de sa décision :

Le Tribunal,

Attendu que la loi du 30 mars 1900 a pour but de faire une situation égale, au point de vue de la durée du travail, à tous les hommes, femmes, enfants ou filles mineures employés *dans les mêmes locaux industriels :*

Que bien que cette loi ne vise pas expressément les pénalités encourues en cas de contraventions, il est certain cependant que, seules, celles de la loi du 2 novembre 1892 peuvent être appliquées;

Qu'en effet, il est difficile d'admettre que le législateur ait entendu punir plus sévèrement le patron employant un homme adulte pendant plus de onze heures que celui qui ferait travailler des femmes, des enfants ou des filles mineures au delà de cette même durée;

Que c'est dans cette pensée qu'il n'a point rappelé l'article 4 du décret-loi des 9-14 septembre 1848, lequel article demeure applicable seulement aux contraventions commises dans des établissements où il n'y a que des hommes employés pendant plus de douze heures;

Par ces motifs;

Se déclare incompétent, renvoie le ministère public à se pourvoir ainsi qu'il avisera (1).

On voit que le Tribunal s'est ainsi décidé par cette considération que la loi du 30 mars 1900 protège à la fois les enfants, les filles mineures et les femmes, et, d'autre part, les ouvriers adultes, et qu'il était impossible de penser que le législateur ait voulu sanctionner plus sévèrement l'emploi abusif des travailleurs adultes que celui des enfants, des filles mineures et des femmes, qui sont, évidemment, l'objet d'une plus grande sollicitude de sa part.

Cette interprétation donnée à la loi du 30 mars 1900 est nouvelle en jurisprudence; mais elle semble devoir être suivie, car elle est conforme à l'esprit qui a présidé à l'élaboration de la loi, au bon sens et à l'équité.

Louis Rachou,
*Docteur en droit,*
*Avocat à la Cour d'Appel de Paris.*

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 25, p. 407.

(2) Cette loi a été publiée dans le *Journal Officiel* du 31 mars 1900.

(1) *Gazette des Tribunaux*, nos des 15, 16, 17 juillet 1900.

# VARIÉTÉS

## Nouveau système de télémètre.

Ce nouveau système de télémètre a pour objet de permettre une évaluation rapide et suffisamment exacte des distances par la simple lecture des déplacements angulaires de la lunette qui sert aux observations. La figure 1 rend compte du principe de cet instrument.

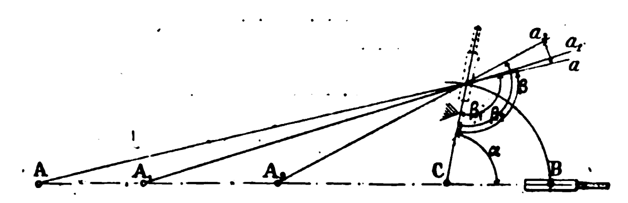



Fig. 1. — Principe de l'appareil.

La lunette avec laquelle on vise le point A, dont il s'agit d'apprécier l'éloignement, est fixée sur un levier BC mobile autour d'un axe vertical C. Elle peut, en outre, prendre diverses orientations horizontales autour de son pivot B.

Après avoir visé le point A, on fait pivoter le bras BC d'un certain angle $\alpha$. Dès lors, pour faire de nouveau coïncider l'image du point A avec le point de croisement des fils du réticule de la lunette, il est nécessaire de faire tourner celle-ci d'un angle qui peut être mesuré par son supplément $\beta$. Si le point visé est plus proche que A et se trouve placé en A' ou $A_r$, les angles $\beta$ et $\beta_r$ sont plus grands que $\beta$.

On peut mesurer simplement les valeurs des déviations en fixant sur la lunette un index qui se déplace devant un cadran gradué en $a$, $a'$

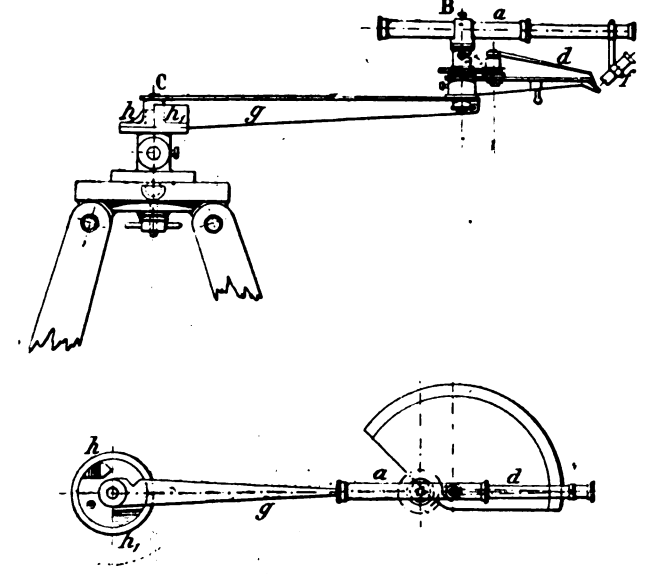



Fig. 2 et 3. — Élévation et plan de l'appareil.

ou $a^2$. Chacune des divisions du cadran peut correspondre, par exemple, à 1 ou 10 mètres d'éloignement pour l'objet visé.

Les figures 2 et 3 empruntées au *Dinglers polytechnisches Journal*, représentent un appareil construit sur ce principe. L'angle constant α dont on fait tourner le levier *g*, jusqu'à la butée *h*, après la première visée, est égal à 90°. La rotation de la lunette se transmet à l'index *d*, par l'intermédiaire d'engrenages multiplicateurs. Un microscope *f*, fixé à la lunette, sert à la lecture de la division du cadran devant laquelle s'arrête l'index lors de la seconde visée.

---

### Diminution du débit des dégagements de gaz naturel aux États-Unis.

Les États-Unis sont, comme on le sait, le pays du monde où les dégagements de gaz naturels ont été le mieux utilisés. Les derniers rapports officiels, allant jusqu'au commencement de 1898, montrent que la longueur des tuyaux employés dans cette contrée pour amener le gaz naturel, des puits où il se dégage jusqu'aux villes et aux usines où il est utilisé, est de plus de 20 000 kilom. La Pennsylvanie en possède 8 570 kilom.; l'Indiana, 7 000; l'Ohio, 2 880; la Virginie occidentale, 1 430, et l'État de New-York, 660 kilom.

Ces tuyaux débitent, par année, une quantité de gaz suffisante pour remplacer, pour le chauffage et l'éclairage, environ 70 millions de francs de charbons et de bois. C'est ainsi qu'en 1897, on a estimé la valeur marchande du gaz naturel consommé à 63 771 850 francs.

Outre l'éclairage des villes et l'éclairage et le chauffage des maisons, le gaz naturel est employé maintenant dans un grand nombre d'usines pour la fabrication du fer et de l'acier, à Pittsburgh et aux environs, etc. La diminution de son débit ou sa disparition causerait donc une véritable révolution dans un grand nombre d'industries et exigerait un capital énorme pour établir de nouvelles installations. On a d'ailleurs réduit progressivement les pertes de gaz naturel, ce qui compense en partie sa consommation sans cesse croissante dans les usines.

A l'origine, le gaspillage était énorme : on n'éteignait pas les becs d'éclairage; on laissait brûler, comme distraction, sous forme d'une flamme énorme, le gaz sortant de certains puits. On croyait sa production continue et son débit inépuisable. Mais des puits ont cessé de fournir du gaz; pour d'autres, la pression s'est abaissée, et actuellement les Compagnies qui ont établi de coûteux réseaux de conduites de distribution, cherchent à éviter toute perte de gaz.

La production de gaz naturel dans l'Indiana n'a pas varié dans ces dernières années, mais la pression du gaz est tombée, en dix ans, de 22kg 75 par centimètre carré à 13kg 65. Lorsqu'elle sera descendue à 7 kilogr., la plupart des puits n'auront plus aucune utilité pratique.

En Pennsylvanie, c'est en 1888 que la production annuelle de gaz naturel a atteint son maximum; elle représentait alors une valeur d'environ 100 millions de francs. Dans la ville d'Érié seulement, il y avait 13 puits fournissant chacun 850 mètres cubes de gaz par jour. La Pennsylvanie contenait alors plusieurs milliers de puits où la pression était de 10kg 5 à 21 kilogr. par centimètre carré. Depuis 1888, le débit a été constamment en diminuant et la demande en augmentant. En 1897, la valeur de la production du gaz n'était plus que de 31 212 715 francs. Il y a actuellement beaucoup plus de 2 000 puits en exploitation et plus d'un millier de puits sont déjà abandonnés. Aussi s'applique-t-on à réduire le gaspillage au minimum, en imposant partout l'emploi des compteurs de gaz. Mais la baisse continue de la pression exige l'emploi de pompes pour arriver à fournir à la consommation le même débit; aussi le prix du gaz se trouve-t-il augmenté.

Dans l'Ohio, le débit du gaz naturel semble croître dans certaines régions avec le creusement de nouveaux puits et diminuer dans d'autres. Dans les premières, le gaz vient d'une profondeur de plus de 600 mètres, et sa pression atteint, à certains puits, 56 kilogr. par cent. carré. Dans les autres, la pression du gaz est tombée, de 31kg 5 par cent. carré, en 1888, à 2kg 1 en 1897.

Dans la Virginie occidentale, l'utilisation du gaz naturel est encore toute récente. Mais cette région semble devoir donner lieu à un développement considérable de cette ressource naturelle, et il se pourrait que les diminutions survenues en d'autres points se trouvent en grande partie compensées par les richesses encore mal connues de cet État en gaz naturel. La plupart des puits s'enfoncent jusqu'à 370 et 850 mètres de profondeur et ils sont déjà au nombre de 200 environ. Le dégagement du gaz se fait sous une pression qui atteint jusqu'à 70 kilogr. par centimètre carré. Cette énorme pression indique dans les réservoirs souterrains une abondance de gaz extraordinaire.

Il est possible, d'ailleurs, que l'on découvre encore de nouveaux champs de dégagement du gaz naturel dans les parties de l'Ouest des États-Unis où l'on n'a pas encore effectué de sondages.

Au Canada, c'est tout dernièrement que l'on a foré les premiers puits, et la consommation du gaz naturel y représente déjà une partie considérable de la consommation de combustibles. Des conduites franchissant la frontière amènent le gaz, du Canada aux États-Unis, pour alimenter un grand nombre de villes et d'usines.

D'après les études faites, il semble que le Canada doive devenir un grand producteur de gaz naturel, mais jusqu'à présent, la consommation locale est trop faible pour rémunérer les dépenses des forages.

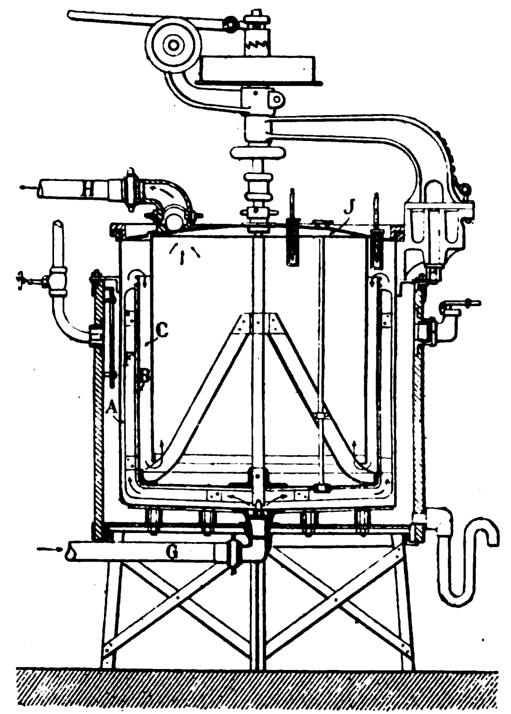
Quoi qu'il en soit, aux États-Unis, la diminution du débit du gaz naturel, pendant ces dix dernières années, a été assez rapide pour qu'il y ait lieu de craindre, qu'au taux de consommation actuel, les puits ne soient bientôt épuisés; et M. G.-E. Walsh, qui publie dans le *Cassier's Magazine* l'étude à laquelle sont empruntés les renseignements précédents, est d'avis qu'il conviendrait de limiter la consommation de gaz naturel par les grandes usines, et de réserver celui-ci pour la petite industrie, de façon à retarder l'épuisement des réservoirs souterrains. Cette solution sera probablement adoptée progressivement.

---

### Appareil pour la pasteurisation du lait.

L'appareil dont nous donnons ci-après la description d'après le *Praktische Maschinen-Constructeur*, s'applique à la pasteurisation du lait. Il est caractérisé par une circulation forcée et méthodique du lait, dont la température s'élève à 102° centigrades, par l'effet de son passage, en couches de faible épaisseur, au contact de parois surchauffées.

L'appareil comporte tout d'abord un réservoir en tôle A, à double paroi formant enveloppe de vapeur. Un couvercle J ferme hermétiquement ce réservoir; il est maintenu par des boulons à oreilles et à rabattement. Ce couvercle fait corps avec une paroi cylindrique C concentrique aux précédentes. L'extrémité inférieure de la cloche ainsi définie s'arrête à peu de distance du fond d'une cuve en tôle B, intermédiaire entre les parois A et C. La cuve B est fixée sur un arbre vertical qui l'entraîne dans son mouvement de rotation. Un certain nombre de palettes F sont fixées extérieurement sur la cuve, sur le fond et les parois latérales.



Appareil pour la pasteurisation du lait.

L'arbre moteur repose sur une crapaudine placée au centre de la soupape d'arrivée du lait; il est actionné par une courroie qui agit sur une poulie horizontale placée à la partie supérieure de l'appareil. Cet arbre est formé de deux pièces vissées l'une sur l'autre. La partie supérieure est maintenue à l'extrémité d'une console qui peut tourner autour d'un pivot vertical. Ce dispositif permet de rejeter sur le côté tout le mécanisme quand on veut enlever le couvercle.

Le couvercle de l'appareil est traversé par deux thermomètres qui permettent de contrôler la température sous la cloche et dans l'espace annulaire qui l'entoure. La vapeur arrivant par une tubulure munie d'un robinet d'arrêt, frappe tout d'abord une plaque de tôle qui brise et divise le jet. Une soupape de sûreté règle la pression de la vapeur, tandis qu'un syphon permet à l'eau condensée de s'écouler.

Le lait à pasteuriser arrive par la tubulure G, pénètre dans l'appareil par la soupape inférieure et monte lentement dans l'espace annulaire compris entre les parois A et B. Dans ce parcours, il est énergiquement brassé par les palettes, de sorte que toutes ses molécules sont successivement en contact intime avec la paroi chauffée A. Le lait atteint ainsi le bord supérieur de la cuve B, dans laquelle il se déverse et monte sous la cloche C, se maintenant, dans cet espace clos, à la haute température à laquelle il a été porté. Il sort de l'appareil par une tubulure H, qui est munie d'une soupape à boulet.

---

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 16 juillet 1900.*

**Botanique.** — *Sur les limites de possibilité du greffage chez les végétaux.* Note de M. Lucien Daniel, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les Anciens ont prétendu pouvoir, à l'aide du greffage par rapprochement, unir entre elles les plantes les plus différentes, la vigne, l'olivier et le noyer, le rosier et le houx, par exemple. Les Modernes, au contraire, affirment que les Anciens ont fait erreur. A la suite de nombreux insuccès dans les plantes ligneuses, ils ont admis, depuis Adanson, le fameux principe de la parenté botanique en fait de greffage, d'après lequel deux plantes ne peuvent se greffer entre elles si elles n'appartiennent pas à la même famille.

Le succès des greffes par rapprochement, obtenues entre des plantes très différentes par M. L. Daniel, montre de façon évidente que le principe de la parenté botanique ne peut s'appliquer à la greffe par rapprochement, puisque des plantes de familles très éloignées et d'ordres différents (dialypétales, gamopétales, apétales) peuvent s'unir entre elles.

**Chimie.** — *Sur la réduction de l'anhydride tungstique par le zinc : préparation du tungstène pur.* Note de M. Marcel Delépine.

La réduction de l'anhydride tungstique par le zinc permet d'obtenir facilement le tungstène pur, cela en quantité aussi considérable qu'on le veut, à des températures fort peu supérieures à celles où le zinc distille. A part son état physique pulvérulent, ce métal ainsi préparé possède la densité et la chaleur de combustion du tungstène cristallisé ou fondu ; il peut aussi, par compression ou trituration, prendre l'éclat brillant des métaux, de sorte que l'on est en droit d'affirmer qu'il s'agit bien là d'un élément identique, abstraction faite de l'état de division, dû au peu de fusibilité du tungstène.

**Chimie agricole.** — *Sur la solubilité du phosphate tricalcique dans les eaux des sols, en présence de l'acide carbonique.* Note de M. Th. Schloesing.

On admet assez ordinairement que l'acide carbonique contenu dans les eaux qui imbibent les sols possède la faculté de dissoudre, dans une mesure notable, les phosphates tricalciques pulvérulents employés comme engrais ; il contribuerait ainsi à leur diffusion et, conséquemment, à leur assimilation.

Dans une étude récente sur les très petites quantités d'acide phosphorique contenues dans les eaux des sols, M. Th. Schlœsing fils a établi que l'acide carbonique libre présent dans ces eaux n'ajoute rien, fût-il très abondant, à la proportion de l'acide phosphorique dissous, quand il est accompagné de la quantité de bicarbonate de chaux répondant à sa tension. Cette passivité assez inattendue de l'acide carbonique, que M. Th. Schlœsing fils a observée en opérant sur le mélange de phosphates divers et si peu définis contenus dans les sols, il était bien probable qu'on la retrouverait encore si l'on remplaçait ce mélange par du phosphate tricalcique seul. Tel a été l'objet des recherches que résume M. Th. Schlœsing.

Elles l'ont conduit aux conclusions suivantes :

Le phosphate tribasique, tel qu'il l'a préparé, est extrêmement peu soluble dans l'eau distillée privée d'acide carbonique par l'ébullition ;

Il se dissout dans l'eau chargée d'acide carbonique, en quantité d'autant plus notable que la proportion d'acide est plus grande, ce qui était du reste à prévoir ;

Il devient extrêmement peu soluble, si l'acide carbonique est accompagné dans sa dissolution de la quantité de bicarbonate calcique qui correspond à sa tension.

Il sera facile de voir si ces conclusions s'étendent aux phosphates naturels employés comme engrais ; cela paraît extrêmement probable *a priori*, puisque ces phosphates, plus cohérents que le phosphate artificiel, doivent aussi être doués d'une résistance plus grande à l'action de l'acide carbonique.

**Chimie organique.** — *Action du nickel réduit sur l'acétylène.* Note de MM. Paul Sabatier et J.-B. Senderens.

Les observations récentes de MM. P. Sabatier et J.-B. Senderens sur l'hydrogénation de l'acétylène en présence du nickel, du cobalt, du fer réduits ou du platine divisé (1) les ont conduits à penser que, au contact d'une colonne de ces métaux maintenus à une température convenable, l'hydrogène produit par la réaction de destruction doit réagir sur l'acétylène en excès, et ils ont été ainsi amenés à reprendre l'étude précise du phénomène.

**Chimie minérale.** — I. — *Préparation et propriétés de deux borures de silicium :* $SiB^3$ et $SiB^6$. Note de MM. Henri Moissan et Alfred Stock.

Le bore et le silicium se combinent directement à haute température en produisant deux borures cristallisés de formule : $SiB^3$ et $SiB^6$.

Ces deux nouveaux composés sont solubles dans le silicium fondu, d'où l'on peut les retirer par un traitement à l'acide fluorhydrique et à l'acide azotique. Ces deux borures ont une densité voisine et possèdent une grande dureté. Tous deux rayent le rubis avec facilité. Ils résistent à la plupart des réactifs, mais le borure $SiB^3$ est plus attaquable par la potasse, tandis que le composé $SiB^6$, beaucoup plus riche en bore, se détruit avec beaucoup plus de facilité dans l'acide nitrique concentré.

Il est curieux de rapprocher cette formation simultanée des deux borures de silicium, $SiB^3$ et $SiB^6$, de celle des deux borures de carbone qui prennent naissance d'une façon tout à fait comparable dans l'action du bore sur le carbone.

II. — *Sur la cristallisation de l'or.* Note de M. A. Ditte.

On sait que l'anhydride sulfurique peut réagir sur le sel marin ; M. Rosenstiehl a montré qu'en distillant un mélange de ces deux corps on obtient du chlorure de pyrosulfuryle :

$$3SO^3 \text{ gaz.} + 2NaCl$$
$$= S^2O^5Cl^2 \text{ liq.} + SO^4Na^2 + 15^{Cal},7 ;$$

du chlorure de soufre et du chlorure libre peuvent se trouver également au nombre des produits de la réaction :

$$8SO^3 \text{ gaz.} + 12NaCl$$
$$= 6SO^4Na^2 + S^2Cl^2 \text{ gaz.} + 10Cl + 68^{Cal},7,$$

et ces différents corps prendront encore naissance quand on mettra en présence du sel marin, au lieu d'anhydride sulfurique libre, une substance capable d'en donner par sa décomposition pyrogénée, le pyrosulfate de soude, par exemple ; on constate aisément que la distillation d'un mélange de chlorure et de pyrosulfate de sodium laisse dégager des vapeurs renfermant en particulier du chlorure de pyrosulfuryle.

Si un métal se trouve mis en contact avec ces vapeurs chlorées, il pourra être attaqué, et cette attaque conduit à des résultats intéressants comme le montre M. A. Ditte, lorsque le métal, tel que l'or ou le platine, est difficilement altérable par les divers réactifs.

**Physique expérimentale.** — *Des mouvements de l'air lorsqu'il rencontre des surfaces de différentes formes.* Note de M. Marey.

Dans le but d'éclairer le mécanisme de la locomotion du poisson, M. Marey a fait en 1893 une série d'expériences dans lesquelles il étudiait, par la chronophotographie, le mouvement de perles brillantes ayant la même densité que l'eau et entraînées par un courant de vitesse variable à la rencontre de plans inclinés sous différents angles ou de corps de différentes formes. Ces expériences permettaient de suivre la trajectoire de chaque perle brillante, représentant une molécule liquide, avec sa vitesse à chaque instant et avec les inflexions de sa trajectoire.

Pour connaître l'action de l'aile de l'oiseau sur l'air, il était important de faire des expériences analogues montrant la direction que prennent les filets d'air lorsqu'ils rencontrent la surface d'une aile plus ou moins inclinée et présentant une courbe variable.

Produire dans un espace clos à parois transparentes un courant d'air régulier ; faire arriver dans ce courant des filets de fumée parallèles et équidistants ; placer à la rencontre de ces filets des surfaces de formes diverses, sur lesquelles ils s'infléchissent diversement ; éclairer vivement ces fumées et en photographier instantanément l'apparence, tel était le programme à remplir.

M. Marey décrit les dispositifs qu'il a employés à cet effet, et les premiers résultats auxquels il est arrivé.

G. H.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 9, p. 143 ; t. XXXV, n° 3, p. 46 ; t. XXXVII, n° 7, p. 122 ; n° 8, p. 138 et n° 10, p. 179. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Des affluents des chemins de fer.** — Dans le numéro de mai du *Bulletin du Congrès des Chemins de fer* a paru une étude sur les moyens à employer pour transporter les produits agricoles des fermes aux gares les plus rapprochées. Actuellement, le seul mode de transport en usage sur le continent européen consiste dans les charrettes ou autres véhicules à traction animale. Ce procédé est lent ; en outre, il est désavantageux pour la grande culture, ainsi que dans le cas de longues distances à parcourir. Les tramways, circulant sur les voies vicinales, pourraient être d'un grand secours pour les fermiers, mais ils sont le plus souvent réservés aux voyageurs. Aussi conviendrait-il, quand ce sera possible, de construire de petites lignes de chemins de fer, à voie étroite, sur les accotements des routes et des chemins ruraux, dans les conditions les plus économiques, et desservant directement un certain nombre d'exploitations agricoles. C'est la solution adoptée en Angleterre sur le réseau du Great Eastern.

La Compagnie d'Orléans se propose d'appliquer le transport sur routes par automobiles, mais seulement sur les chemins en bon état de viabilité. Toutefois, il est à remarquer que le prix de revient du charroi des poids lourds par ce moyen est encore bien élevé et il y a lieu de perfectionner les moteurs de manière à réduire le poids mort. Les concours organisés dans ces dernières années par l'Automobile-Club de France (1) ont certainement contribué à améliorer la construction de ces engins. Tous les efforts doivent tendre à réduire le plus possible les tarifs du transport soit par trains Scotte, soit par camions Dietrich ou de Dion-Bouton, afin de rendre réellement pratique un mode de locomotion sur routes qui deviendra un instrument précieux d'essor pour l'agriculture.

**Nouveaux ateliers de réparation des locomotives du Philadelphia and Reading R. R. (États-Unis).** — Le Philadelphia and Reading R. R. fait construire actuellement à Reading (Pa., États-Unis), les plus grands ateliers de réparation de locomotives que possède aucun chemin de fer en Amérique.

Cette installation, que décrit l'*Engineering News* du 24 mai, comprendra des ateliers de fonderie, de forge, de construction de chaudières et de machines, et de montage pour 100 locomotives. Tous les bâtiments seront à carcasse d'acier et seront munis d'installations de chauffage, de grues et d'élévateurs, d'éclairage et de transmission de force électriques, etc., en un mot de tous les derniers perfectionnements. L'installation tout entière sera alimentée par une station centrale d'énergie contenant les machines productrices d'électricité, ainsi que celles nécessaires pour la production de la vapeur et de l'air comprimé.

L'atelier de construction des machines et du montage aura 228m 55 de longueur et 62m 30 de largeur ; il contiendra 70 fosses de réparation de locomotives. Sa longueur sera, plus tard, portée à 304m 80 ; il pourra alors contenir 100 fosses. En admettant que 10 °/. des locomotives soient constamment en réparation, on voit que cet atelier sera suffisant pour assurer l'entretien de 1 000 locomotives.

**Applications de l'air comprimé, dans la gare de Bishopgate, à Londres.** — Les *Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 1er juin, contiennent une description des nouvelles installations faites à la gare de Bishopgate, à Londres, sur le réseau du Great Eastern, pour la manœuvre au moyen de l'air comprimé des aiguilles et des signaux.

L'installation comporte 25 signaux divers et 43 aiguilles ; la pression de l'air employé est de 5 atmosphères. Cet air est comprimé au moyen d'une pompe Westinghouse qui peut débiter 60 litres par minute ; il existe une seconde pompe de réserve. L'eau motrice de la pompe est à la pression de 50 atmosphères.

L'auteur de l'article décrit en détail les divers appareils de l'installation et indique leur mode de fonctionnement en faisant ressortir la facilité et la sûreté des manœuvres.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXII, n° 3, p. 33 ; n° 4, p. 53 ; t. XXXV, n° 13, p. 197 ; n° 14, p. 217 et n° 15, p. 237.

CHIMIE INDUSTRIELLE

**Fabrication de ciment Portland avec les résidus d'une fabrique de soude, aux États-Unis.** — Dans l'*Engineering News*, du 7 juin, M. B. B. LATHBURY décrit en détail l'usine de la Michigan Alkali C°, qui a été installée pour fabriquer du ciment Portland avec les résidus de sa fabrique de soude installée à Wyandotte (Mich.).

Les résidus s'accumulaient depuis cinq ans, à raison de 110 tonnes par jour. On avait tenté, mais sans succès, de les utiliser pour diverses industries, et c'est en 1897 que l'on se décida à procéder à des essais pour en fabriquer du ciment Portland. Ces résidus sont de couleur blanche et sont constitués par de la chaux précipitée; ils contiennent 40 °/。 d'eau, mais, la Michigan Alkali C° employant le procédé à l'ammoniaque, ils sont exempts de sulfate de chaux. Ce dernier point est très important, car la présence des composés sulfurés a suffi pour rendre inutilisables les résidus de fabriques anglaises de soude, employant le procédé Leblanc.

Malgré la présence de 1 °/。 de magnésie, provenant du carbonate de magnésie contenu dans la pierre à chaux employée par la fabrique de soude, les résultats des essais furent des plus satisfaisants, et c'est alors que l'on décida de construire une usine pourvue de tous les perfectionnements pour la fabrication du ciment Portland.

Cette usine fonctionne depuis le mois de septembre de l'an dernier. Les matières premières, rendues à l'usine, revenant à un prix très faible, et l'installation ayant été faite dans le but de fabriquer d'une façon économique, on obtient à très bas prix un ciment Portland d'une excellente qualité. Le problème de l'utilisation des résidus d'une fabrique de soude à l'ammoniaque semble donc avoir été, dans ce cas, résolu de la façon la plus satisfaisante.

CONSTRUCTIONS NAVALES

**Les bateaux torpilleurs sous-marins aux États-Unis.** — Le contre-amiral Philip HICHBORN, Chief Constructor de la marine des États-Unis, étudie, dans l'*Engineering Magazine* du mois de juin, la question des bateaux torpilleurs sous-marins.

Après avoir fait l'historique de la question, il la considère plus particulièrement au point de vue américain et étudie les résultats acquis au moyen du *Holland*, dont le *Génie Civil* a déjà donné la description et analysé les essais (1).

L'auteur conclut en faveur de l'adoption des bateaux torpilleurs sous-marins pour la défense des côtes des États-Unis.

ÉLECTRICITÉ

**Station centrale d'électricité de Montgomery.** — Dans l'*Electrical World*, du 9 juin, M. W. S. KEY commence une série d'articles sur les stations centrales d'électricité dans le sud des États-Unis; le premier de ces articles est consacré à l'installation de la Montgomery Light and Power C°.

Cette Compagnie, dont le champ d'exploitation est constitué par la ville de Montgomery, capitale de l'état d'Alabama (États-Unis), est une des Compagnies les plus importantes du sud des États-Unis pour la production de la lumière et de la force motrice. Elle produit, en effet, non seulement l'électricité pour l'éclairage, en général, et les tramways, mais encore elle exploite des usines très importantes produisant du gaz de houille et du gaz à l'eau pour l'éclairage et pour le chauffage. L'auteur laisse de côté cette partie de l'exploitation, pour ne s'occuper que de la station centrale d'électricité.

Celle-ci comprend trois machines du type Hamilton-Corliss, auxquelles la vapeur est fournie par six chaudières tubulaires Heine de 2 000 chevaux. Les cylindres de ces trois machines ont les dimensions suivantes : pour la première, $0^m51 \times 1^m07$; pour la seconde, $0^m61 \times 1^m22$, et pour la troisième, $0^m81 \times 1^m22$. Ces machines actionnent cinq génératrices de la General Electric et une dynamo Westinghouse de 100 kilowatts pour les tramways, et trois génératrices de 150 kilowatts, à 2 300 volts, de la General Electric, et trois dynamos Brush pour lampes à arc, à 6,6 ampères, et une à 9,6 ampères pour l'éclairage. Il y a, en outre, une génératrice de 110 kilowatts à 350 volts. Les excitatrices sont du type Westinghouse.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXII, n° 26, p. 430, et t. XXXVI, n° 6, p. 93.

L'auteur décrit ensuite les tableaux de distribution, les conducteurs et leur mode de pose, et les types de lampes employés.

Le débit moyen quotidien de la station est de 900 kilowatts; sa consommation de charbon est de 25 tonnes par jour, le charbon coûtant, rendu à l'usine, environ 10 fr. 50 la tonne.

MÉCANIQUE

**Des conditions d'enroulement des câbles métalliques.** — Dans un câble métallique il y a deux efforts différents à distinguer : l'un, correspondant à la tension nécessaire pour produire son mouvement; l'autre, à la tension déterminée par l'enroulement du câble sur les poulies et les tambours. M. PATOURET, Ingénieur-inspecteur de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, étudie spécialement dans le dernier *Bulletin* de cette Société (n° 12), les effets résultant de ce dernier effort et met en évidence les valeurs considérables que peut atteindre la tension d'incurvation dans un câble métallique si le rapport du rayon d'enroulement R, au diamètre $d$ des fils constitutifs est trop faible.

D'après un tableau calculé par l'auteur, la tension d'incurvation est déjà de 17kg5 pour un rayon d'enroulement égal à 571 fois le diamètre des fils. Le travail maximum pratique étant généralement fixé à 18 kilogr., on conçoit aisément que la rupture d'un câble puisse se produire subitement, même à l'état neuf, si la tension d'incurvation n'est pas maintenue dans des limites convenables, par un choix approprié de la valeur du rapport $\frac{R}{d}$.

MINES

**Les mines de fer du Lac Supérieur.** — L'invasion récente et inattendue, par des compétiteurs américains, de marchés sidérurgiques considérés jusque là comme exclusivement britanniques, a naturellement troublé les métallurgistes anglais. MM. Jeremiath et Archibald HEAD, voulant se faire une opinion sur cette question, partirent, en juin 1898, pour la région du Lac Supérieur; là, ils examinèrent, sur place, quelques-unes des principales mines américaines, leurs produits, les voies par lesquelles ceux-ci sont transportés aux hauts fourneaux et les moyens employés pour les extraire, les charger, les décharger et les transporter. Dans une communication récente faite à l'Assemblée de l'Institution des Ingénieurs Civils de Londres, et reproduite par la *Revue universelle des Mines*, d'avril 1900, ils ont fait connaître les résultats de leurs observations.

Les auteurs passent tout d'abord en revue les principaux districts à mines de fer de la région du Lac Supérieur; ceux-ci appelés *ranges* sont au nombre de cinq : 1° le *Marquette*, dans l'État de Michigan; 2° le *Menominee*, dans le Michigan; 3° le *Gogebic*, partie dans le Michigan et partie dans l'État de Wisconsin; 4° le *Vermilion*, dans le Minnesota; 5° le *Mesabi*, dans le Minnesota. Ces différents districts avaient produit jusqu'au 31 décembre 1897, dans l'ordre où nous les avons nommés : 49 253 222, 24 931 441, 23 047 023, 10 498 716 et 12 355 456 tonnes de minerais de fer. La production de 1898 a atteint environ 14 200 000 tonnes.

Puis, après quelques indications sur la topographie et la géologie de ces régions, MM. Head passent à la description des méthodes d'exploitation en usage dans les mines du Lac Supérieur et donnent d'intéressants renseignements sur la façon parfaite dont sont réglés, aux État-Unis, l'échantillonnage et l'analyse des minerais.

Dans la région du Lac Supérieur, 300 000 tonnes environ sont traitées sur place, dans des fourneaux au charbon de bois, tout autre combustible n'y étant pas accessible; le reste trouve un débouché dans les États producteurs de fonte : l'Ohio, la Pennsylvanie et l'Illinois. Les grands lacs fournissent une route économique et facile pour la plus grande partie du trajet. Les auteurs décrivent également les docks d'embarquement et leurs accessoires, ainsi que les steamers à minerais étudiés spécialement pour gagner du temps et réduire le travail. MM. Head étudient aussi les transports par chemin de fer, le coût et la valeur du minerai du Lac Supérieur et l'avenir du commerce américain du fer et de l'acier; ils sont d'avis que les minerais de ces contrées auront une action réductrice considérable et permanente sur les prix du fer, de l'acier et de tous leurs dérivés sur les marchés du monde entier, qu'ils encourageront et porteront à un degré d'extension sans précédent la construction métallique et spécialement celle des navires et des machines dans les ports des États-Unis.

**Des microorganismes des combustibles fossiles.** — M. B. RENAULT, lauréat de l'Institut, membre de l'Académie royale de Belgique, sans vouloir écrire l'histoire de tous les microorganismes qui se trouvent dans les combustibles fossiles, s'est proposé d'attirer l'attention sur la profusion de ces infiniments petits et sur le rôle important que certains d'entre eux paraissent avoir joué dans la formation de ces combustibles. Après avoir coordonné les différents mémoires qu'il a déjà publiés sur ce sujet et après les avoir complétés par l'étude de nouveaux matériaux, il a résumé l'ensemble de ses recherches dans un important travail que publie le *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale* (t. XIII, IVe livraison, et t. XIV, 1re livraison). Cette publication est accompagnée d'un atlas renfermant les reproductions phototypiques, sans aucune retouche, des préparations mêmes faites par l'auteur depuis près de 24 années, préparations qui ont été le point de départ de tout ce qui a été publié sur les bactériacées fossiles.

Dans les fossiles considérés, M. Renault étudie deux choses : 1° la nature des éléments qui les constituent et les distinguent; 2° les différentes causes qui ont amené ces éléments à leur composition actuelle; parmi celles-ci on a invoqué le métamorphisme, la pression, le temps, les injections de bitume venant des profondeurs, la macération, etc. L'auteur, ne retenant que deux causes, la macération et la pression exercée simplement par les couches supérieures, examine si elles sont suffisantes.

Son travail a donc porté sur les restes végétaux plus ou moins altérés qui sont encore reconnaissables et sur les êtres qui ont pu déterminer leurs transformations chimiques et les amener à cet état de décomposition.

M. Renault, dans son étude des microorganismes, c'est-à-dire des restes végétaux et animaux microscopiques que l'on peut observer dans les combustibles fossiles, a suivi l'ordre suivant :

1° Étude des microorganismes de quelques tourbes;
2° Étude des microorganismes de quelques lignites;
3° Étude des microorganismes de quelques schistes bitumineux récents;
4° Étude des microorganismes de quelques bogheads;
5° Étude des microorganismes de quelques cannels;
6° Étude des microorganismes de quelques houilles;
7° Étude des microorganismes de quelques schistes bitumineux anciens;
8° Étude des microorganismes conservés par la silice;
9° Conclusions.

**Statistique de la durée et de la résistance des câbles de mines.** — La *Œsterr. Zeits. für Berg- und Hütten-wesen*, du 12 mai dernier, publie une étude sur la résistance des câbles de mines, d'après les statistiques minières de 1898 des districts de Dortmund et de Breslau.

Un premier tableau donne le nombre des différentes espèces de câbles (câbles ronds en acier et en fer, câbles plats en acier, en fer, en aloès, etc.), employés de 1872 à 1898. Sur 6 073 câbles installés, 4 114 sont ronds et en acier. Le nombre des câbles en aloès est allé en diminuant et, depuis 1894, il n'en existe plus dans ces districts miniers.

Une deuxième statistique montre que tandis qu'en 1872, 19,30 °/。 des câbles changés s'étaient rompus en service, en 1898, au contraire, cette proportion est tombée à 0,54 °/。. Cet état de choses est dû à l'emploi de plus en plus généralisé des bons aciers et du rejet du fer pour cet usage.

Une question intéressante est également étudiée avec soin, c'est la durée proportionnelle de chaque catégorie de câbles. Alors que la durée des câbles plats n'a jamais excédé 800 jours, on trouve des câbles ronds en acier ayant duré 1 200, 1 400, 1 600 et plus de journées de travail. Les effets utiles de ces câbles ont été également de beaucoup supérieurs à ceux des câbles plats.

Ainsi nous trouvons parmi eux des câbles ayant donné des effets utiles de 300, 400 et même 500 milliards de kilogrammètres, alors que pour les câbles plats on n'a jamais dépassé 75 milliards.

Toutes ces causes ont naturellement trop plaidé en faveur des câbles ronds en acier et, comme pour les câbles en fibres textiles, on peut prévoir que dans peu d'années les câbles plats métalliques auront disparu des districts de Dortmund et de Breslau. Les câbles ronds en acier ont montré une trop grande supériorité pour qu'il en soit autrement.

### RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

**Résistance du béton suivant les différentes proportions de remplissage des vides des pierres.** — On commet souvent, lorsque l'on pose les conditions de fabrication du béton, les deux erreurs suivantes : 1° on exige l'emploi de pierres tamisées, alors que des pierres non tamisées seraient préférables ; 2° on fixe la proportion de mortier indépendamment du vide des pierres. Les pierres tamisées enferment plus de vides que les pierres non tamisées ; elles exigent, par suite, plus de mortier pour le même volume de pierres, et donnent un béton plus coûteux.

MM. W. A. Hawley et B. F. Krahl ont fait une série d'expériences pour déterminer la résistance d'un béton suivant la relation existant entre le volume des vides et celui du mortier. L'*Engineering News*, du 7 juin, en donne le compte rendu.

Dans ces expériences, la proportion des vides remplis a été de 125, 100 et 75 %. Des tableaux groupent les résultats observés. Ils montrent, par exemple, qu'une augmentation de 25 % dans la proportion de mortier accroît la résistance du béton à l'écrasement de 53 % et sa résistance à la rupture de 15 % ; une diminution de mortier de 25 % abaisse, au contraire, ces deux résistances de 21 % et de 38 %.

Un tableau donne le prix de revient relatif des bétons expérimentés. Le plus économique est celui à 125 % de mortier, puisque, pour un accroissement de dépenses de 14 %, par rapport au béton à 100 %, il procure une augmentation de résistance de 34 %, tandis que pour une diminution de dépenses de 14 %, il procure un abaissement de la résistance de 30 %.

### STATISTIQUE

**Production minérale et métallurgique des États-Unis en 1899.** — L'*Engineering and Mining*, du 9 juin, donne, sous forme de tableaux, la production minérale et métallurgique totale des États-Unis en 1899, comparée à celle de l'année précédente.

La valeur totale sur place de la production minérale et métallurgique des États-Unis, en 1899, a été de $ 1 211 361 861 ; elle avait été, en 1898, de $ 861 751 017. Ces chiffres se décomposent comme suit :

| | 1898 | 1899 |
|---|---|---|
| Minerais et minéraux . . $ | 440 997 150 | 580 836 032 |
| Métaux . . . . . . . . . . | 312 650 587 | 496 057 320 |
| Produits secondaires . . . . | 49 095 010 | 63 996 969 |
| Métaux importés, fondus et raffinés . . . . . . . . . | 59 008 000 | 70 471 540 |

En tenant compte des matières qui ont été inscrites sous deux rubriques différentes, la valeur totale de la production minérale des mines et usines des États-Unis, en 1899, a été de $ 1 118 780 830, tandis qu'en 1898 elle avait été de $ 799 518 033, ce qui représente un accroissement de $ 319 262 797, soit 39,9 % en 1899.

### TRAVAUX PUBLICS

**Ponts-levis à bascule système Scherzer.** — L'*Engineer*, du 1er juin, donne la description d'un certain nombre de ponts-levis à bascule système Scherzer.

Comme on le sait (1), les ponts-levis de ce système n'ont pas d'axe de rotation fixe ; l'arrière de chacune des poutres principales se termine en forme de segment circulaire et leur ensemble est équilibré par un contrepoids. Lorsque le mécanisme de commande exerce une traction sur la partie supérieure du pont, celui-ci se soulève en roulant sur les segments circulaires qui constituent la bascule. Des guidages appropriés maintiennent les différentes pièces dans leurs positions relatives.

1° Le pont de Boston est en forme de caisson ; il n'a qu'une seule volée, dont la portée est de 33m55 et la largeur de 26m80. C'est un pont biais, à 42°, et comme les segments de la bascule doivent être en face l'un de l'autre, l'une des poutres principales est beaucoup plus longue que l'autre. Ce pont porte six voies ferrées et consiste, en somme, en trois ponts à double voie placés côte à côte. Ces trois ponts sont reliés entre eux et fonctionnent comme un pont unique, mais, en cas de besoin, pour les visiter ou les réparer, on peut les isoler l'un de l'autre et les actionner séparément.

2° Le pont construit pour la Cleveland, Cincinnati, Chicago and Saint-Louis Railway a déjà été décrit dans le *Génie Civil*. C'est un pont à simple voie, de 38m10 de portée.

Ces deux ponts sont les deux seuls du type Scherzer qui aient jusqu'ici été construits à simple volée. Tous les autres sont formés de deux volées venant se rejoindre au milieu de la portée.

3° L'un de ces derniers est celui que l'on construit actuellement sur le Chicago River. C'est un pont-route, de 45m70 de portée, dont les deux volées réunies constituent un arc. Il est formé de deux poutres principales, espacées de 7m30, et portant des trottoirs en encorbellement.

4° On construit en ce moment aussi, sur le même fleuve, un pont de chemin de fer, du même type, à double voie. Il est analogue au pont de Boston, mais comporte deux volées.

5° Le pont, système Scherzer, le plus important est celui que l'on est en train de construire sur le Chicago Drainage Canal. Il portera huit voies de chemin de fer ; sa portée sera de 45m70, et il se composera de quatre ponts accolés pouvant être accouplés ou isolés, à volonté. Ce pont croise le canal sous un angle de 68°21'40" ; il laisse un passage libre de 36m60 pour la navigation. Les volées sont équilibrées de façon à s'arrêter lorsqu'elles font un angle de 40°, ce qui facilite l'ouverture et la fermeture du pont. Ces opérations s'effectueront d'ailleurs en 30 secondes, au moyen de quatre moteurs électriques de 40 chevaux installés de chaque côté du canal.

**Projet de pont de chemin de fer sur le Petit-Belt.** — Le *Centralblatt der Bauverwaltung*, du 12 mai, analyse un projet actuellement soumis au parlement danois et ayant pour objet la construction d'un pont de chemin de fer, entre la Fionie et le Jutland, sur le Petit-Belt, dont la largeur minimum est de 720 mètres.

Deux projets de ponts sont actuellement en présence ; un pont suspendu et un pont, système cantilever, analogue à celui du Forth.

Le pont suspendu, dont la longueur totale est de 639m20, comprend une travée médiane de 300 mètres et deux travées latérales de 169m6. De part et d'autre de ce pont se trouvent deux culées de 65 mètres de longueur où viennent s'ancrer les câbles de suspension, supportés d'autre part, au-dessus de deux piles centrales, par des pylônes métalliques de 35 mètres de hauteur. Aux deux extrémités du pont se trouvent enfin trois arches en maçonnerie de 40 mètres de portée.

D'une largeur de 10 mètres, ce pont a été calculé pour une charge uniformément répartie de 3,64 tonnes par mètre courant et pour une charge mobile de deux locomotives avec leur tender. Les câbles de suspension travailleront à 30 kilogr. par millimètre carré et les poutres principales du tablier métallique à 10 kilogr. Le poids total du fer sera de 9 325 tonnes, dont 1 625 pour les câbles de suspension. Les dépenses sont évaluées à 22 millions environ.

Le pont, système cantilever, comporte une travée médiane de 350 mètres de portée et deux travées latérales de 184 mètres. A ses deux extrémités le pont se termine par deux viaducs métalliques à poutres droites, à trois travées. La largeur du pont est également ici de 10 mètres. Comme pour le pont précédent, la hauteur libre sous poutres principales est de 42 mètres. Ce projet, comme le précédent, donnera lieu à de très importants travaux de fondations par caissons à air comprimé. Les poutres principales sont calculées de façon à travailler à 10 kilogr. par millimètre carré. Le poids total du fer, dans cette construction sera de 12 400 tonnes. La dépense totale ne dépasserait pas 21 millions.

**Le pont en maçonnerie de Bellefield, à Pittsburg (États-Unis).** — Le pont de Bellefield, situé à l'entrée principale du Schenley Park, à Pittsburg, franchit un ravin de 21m35 de profondeur. Ce pont construit en maçonnerie, a 103m95 de longueur et 26 mètres de largeur maximum ; l'arc qui le constitue a 45m70 d'ouverture et 11m15 de flèche ; il supporte une route carrossable de 18 mètres de largeur et deux trottoirs de 3 mètres.

L'*Engineering Record*, du 9 juin, donne une description détaillée de ce pont, ainsi que des cintres qui ont servi à sa construction.

Les travaux d'établissement de ce pont ont coûté en tout 560 000 francs.

### DIVERS

**Les enduits métalliques et les peintures vernissées.** — M. Livache signale, dans le *Bulletin de la Société d'encouragement* (mars 1900), les enduits métalliques et les peintures vernissées de M. Delbèke.

Les enduits métalliques, employés au revêtement des coques de navires, ont pour objet d'empêcher l'adhérence des végétations sous-marines et des coquillages, qui retardent la marche et nécessitent des grattages coûteux ; ceux-ci deviennent même dangereux, lorsque la coque du navire a été enduite de vert de Schweinfurt.

M. Delbèke fait usage, pour ses enduits métalliques, du cuivre électrolytique, se présentant sous la forme d'une poudre rouge très fine, ajouté à un enduit ordinaire à base de brai qui rend cette sorte de blindage très adhérent malgré sa faible épaisseur.

Sur les navires en fer, cette application doit être précédée de celle d'une couche isolante afin d'éviter la formation d'un couple électrique dont l'effet serait opposé à celui que l'on recherche.

Après avoir indiqué la composition de ces produits, l'auteur rappelle qu'ils ont été l'objet des plus grands éloges de la part des Ingénieurs chargés du service maritime de nos ports.

M. Livache mentionne ensuite les peintures vernissées de M. Delbèke : l'une destinée à recouvrir les cheminées et les corps chauds, offre une grande adhérence et est d'une solidité extrême. L'autre, rentrant dans la catégorie des mélanges, si répandus en ce moment, de couleur à l'huile et de vernis, présente des qualités de dessication, de brillant et de modicité de prix, dues au remplacement de la térébenthine par l'huile de pétrole.

## Ouvrages récemment parus.

**Des enroulements et de la construction des induits des machines dynamo-électriques à courant continu**, par E. Arnold, professeur supérieur et directeur de l'Institut électro-technique à l'École supérieure technique de Carlsruhe ; *traduit de l'allemand* par Boy de la Tour, Ingénieur, chef du service électrique aux ateliers de la Compagnie Fives-Lille, à Givors. — Un volume in-8° de 405 pages, avec 418 figures dans le texte et 12 planches hors texte. — Béranger, éditeur ; Paris, 1900. — Prix : relié, 20 francs.

Cet ouvrage a été traduit sur la troisième édition allemande qui comporte, par rapport à la précédente, des remaniements et des augmentations notables.

Les déductions qui conduisent à la règle générale des enroulements y sont particulièrement bien exposées et l'auteur fait d'une façon remarquable l'analyse des phénomènes qui accompagnent la commutation du courant, en la poussant plus loin que tous ceux qui se sont occupés jusqu'ici de cette question si compliquée.

A ces chapitres s'ajoute une discussion très détaillée de tous les genres d'enroulements, dans laquelle l'auteur s'arrête à l'élaboration des schémas, à la construction pratique du bobinage, et examine, en s'appuyant sur une foule de croquis, les avantages et les inconvénients des différentes constructions qu'il présente.

La première partie de l'ouvrage est consacrée aux enroulements ; elle se subdivise en plusieurs chapitres et sous-chapitres : *a)* des enroulements fermés : enroulements en anneau ; enroulements en tambour ; *b)* de l'exécution des enroulements fermés considérés au point de vue de la réaction d'induit et de la production des étincelles au collecteur ; *c)* enroulements ouverts.

La seconde partie traite de la construction des induits. Elle se termine par un tableau des dimensions d'induits à courant continu, exécutés par divers constructeurs.

*Indicateur général de l'Exposition universelle de 1900*, par lettres alphabétiques, avec plans désignant l'emplacement des palais, monuments, portes, etc. — Bernard et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 1 franc.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 2, p. 29.

*Le Gérant* : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 14. N° 947. Samedi 4 Août 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Les Palais de l'Esplanade des Invalides *(planche XXIII)*, p. 245; Louis David. — Le Palais des Illusions, p. 251; Ch. Dantin. — **Chimie industrielle** : Mouvement et progrès de l'industrie chimique dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France *(suite et fin)*, p. 254; Léon Guillet. — **Congrès** : Congrès des Mines et de la Métallurgie, p. 257; Gérard Lavergne. — **Variétés** : Appareils du steamer *Cardium* pour l'emploi du combustible liquide, p. 259; — Nouveau système de diffuseur pour sucreries, p. 260; — Le pavage en bois de massaranduba, p. 261; — Nouveau régulateur isochrone, p. 261.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils (6 juillet 1900), p. 262. — Académie des Sciences (23 juillet 1900), p. 262.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 263; — Ouvrages récemment parus, p. 264.

Informations : École supérieure d'Électricité. Liste, par ordre de mérite, des élèves sortis, en 1900, avec le diplôme d'études supérieures, p. 264; — Institut national Agronomique. Liste, par ordre de mérite, des candidats admis à l'Institut national Agronomique à la suite du concours de 1900, p. 264; — Distinctions honorifiques, p. 264.

*Planche XXIII* : Les Palais de l'Esplanade des Invalides.

## EXPOSITION DE 1900

### LES PALAIS DE L'ESPLANADE DES INVALIDES

*(Planche XXIII.)*

Les palais édifiés sur l'Esplanade des Invalides sont disposés sur deux lignes parallèles, de part et d'autre de l'avenue qui fait suite au pont Alexandre III.

Cette conception, bien spéciale à l'Exposition de 1900, a enlevé à ses palais le caractère du provisoire et a permis, à l'Esplanade des Invalides en particulier, de mettre en harmonie ces constructions éphémères avec le merveilleux ensemble formé par les palais des Champs-Élysées, le pont Alexandre III et l'Hôtel des Invalides.

La partie de l'Exposition que nous étudions ici comprend le Palais des Manufactures nationales et les différents Palais du Mobilier et des Industries diverses (fig. 1, pl. XXIII).

Le Palais des Manufactures nationales est, en réalité, composé de deux constructions presque symétriques, formant l'entrée de l'avenue du côté de la Seine.

A la suite se trouve, à droite de l'avenue, le palais médian, destiné aux sections étrangères du mobilier et des industries diverses, et à gauche, le palais médian réservé à la section française de ces mêmes classes.

Le groupe de constructions est terminé par un palais divisé, ainsi

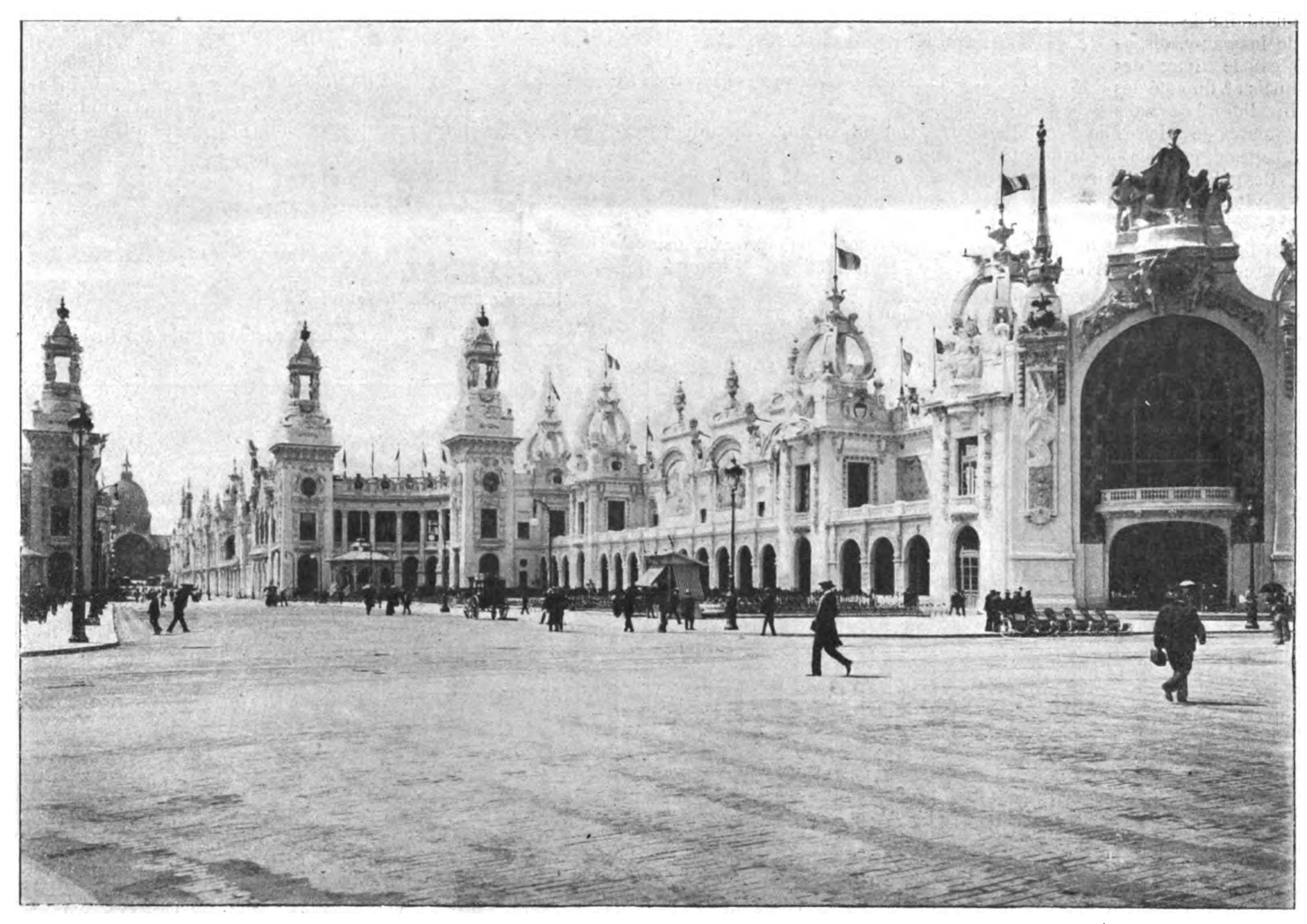


Fig. 1. — Palais de l'Esplanade des Invalides : Vue générale prise du pont Alexandre III.

Le mode de construction adopté pour ces palais est le même que celui des autres édifices de l'Exposition, destinés à ne pas lui survivre : le métal forme l'ossature d'ensemble et n'est apparent qu'à l'intérieur (fig. 8, 11 et 16). A l'extérieur, l'aspect du monument en pierre de taille, avec sa décoration et ses sculptures, est obtenu à l'aide du staff (fig. 1, 2, 4 et 10). Le complément d'ossature nécessaire sur la façade est réalisé par un pan de bois (fig. 14).

que celui des Manufactures nationales, en deux parties symétriques séparées par l'avenue et destinées, celle de gauche à la section française, celle de droite aux sections étrangères.

**Palais des Manufactures nationales.** — Description générale. — Ce palais forme le frontispice des constructions de l'Esplanade, du côté de la Seine (fig. 1).

Il comprend, comme nous venons de le dire, deux parties presque symétriques (fig. 1, pl. XXIII), disposées de part et d'autre de l'allée centrale des Invalides et s'étendant depuis le quai jusqu'à la rue de l'Université, sur une longueur d'environ 180 mètres. Il se compose de deux grandes galeries centrales avec portiques et terrasses, encadrant un emplacement de 100 mètres de longueur sur 90 de largeur, qui fait suite au pont Alexandre III. Ces galeries aboutissent, du côté de la Seine, à des galeries en retour d'une cinquantaine de mètres de longueur, disposées le long des quais et, du côté des Invalides, à des halls entourés de galeries de circulation correspondant, comme disposition, à celles des palais médians qui leur sont contigus.



Fig. 2. — Palais de l'Esplanade des Invalides : Façade sur la place de l'Hôtel des Invalides.

Des galeries circulaires, disposées dans les angles formés par ces halls avec les galeries centrales, préparent l'entrée de l'allée des Invalides.

Les galeries centrales sont reliées aux galeries en retour par des pavillons d'angle recouvrant les escaliers d'accès et formant, de chaque côté, entrée principale pour les visiteurs venant des Champs-Élysées.

Les façades de ce palais (fig. 1 et 4) présentent une très grande variété

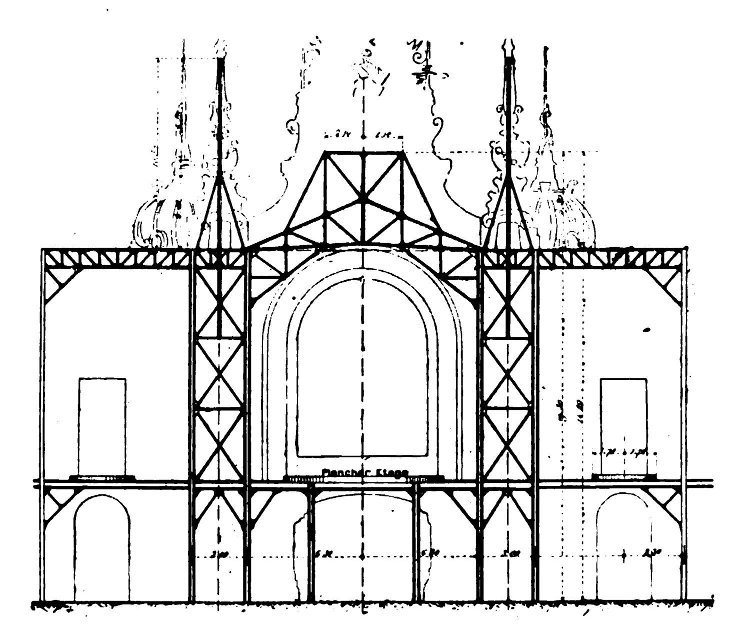


Fig. 3. — Ossature de l'un des pavillons d'angle du Palais des Manufactures nationales.

dans l'emploi des différents motifs de décoration. Elles offrent un contraste frappant avec celles des palais des Champs-Élysées.

Les architectes qui ont construit le Palais des Manufactures nationales, MM. Toudoire et Pradelle, tout en restant assez éloignés des formes classiques, sont restés fidèles aux traditions de l'Architecture française depuis la Renaissance. Les influences anglo-saxonnes et germaniques, si nombreuses dans les essais dits d'art nouveau, qui se manifestent en ce moment, sont ici absentes.

Une double circulation du public a été réalisée : à l'intérieur, par les galeries d'exposition ; à l'extérieur, par des portiques continus au rez-de-chaussée et des terrasses séparées par des loggias au premier étage.

Cette heureuse disposition du palais permet au visiteur d'admirer la vue splendide que l'on a de ce point et qui embrasse les quais, les palais des Champs-Élysées, la place de la Concorde, le pont Alexandre, et s'étend même jusqu'aux hauteurs de Montmartre.

Les deux pavillons d'angle, faisant face aux pylônes du pont Alexandre, comportent un porche monumental, couronné par un groupe allégorique et orné d'un balcon à la hauteur du premier étage.

Les terrasses contiguës aux galeries centrales qui encadrent la place sur laquelle débouche le pont, sont décorées par de grandes compositions picturales, disposées trois par trois et représentant les principales branches d'activité artistique et industrielle.

A gauche (fig. 4), en venant des Champs-Élysées, on trouve :

*L'Art de la Terre*, de M. F. Auburtin ;
*L'Art du Bois*, de M. Baudouin ;
*L'Art de la Pierre*, de M. Chabas ;

et à droite :

*L'Art du Métal*, de M. Récipon ;
*L'Art des Tissus*, de M. P. Buffet ;
*L'Art du Livre*, de M. Vauthier.

Un peu plus loin, à l'entrée de l'allée centrale des Invalides, on



Fig. 4. — Partie de façade du Palais des Manufactures nationales.

trouve à gauche : *la Tapisserie* (fig. 6), de M. Ruty, et à droite *la Céramique et la Porcelaine* (fig. 7), de M. Gouillet.

Nous donnons ici la reproduction de deux photographies (fig. 6 et 7) montrant ces deux dernières compositions et le gracieux pavillon avec campanile placé à l'angle de l'allée des Invalides et de la place qui lui fait suite.

Partie métallique. — Le grand hall de chacune des parties du Palais des Manufactures nationales couvre une superficie de 23 mètres sur 20m307. Il est constitué par deux fermes d'arêtiers se croisant en

leurs sommets et par huit fermes formant empanons, reliées par des sablières (fig. 5).

Ces diverses fermes reposent sur quatre poteaux d'angle et huit poteaux intermédiaires.

Le moment d'inertie transversal de ces fermes étant très faible, il a été nécessaire de les contreventer au moyen de tirants comme l'indique la figure 5.

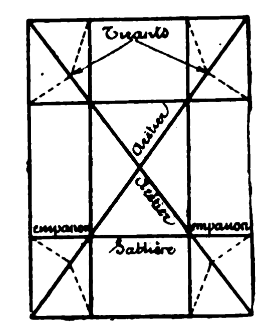



Fig. 5. — Plan des fermes du grand hall.

La portée des fermes de la galerie comprise entre le hall et l'allée centrale est de 15 mètres; celle des fermes de la galerie arrière est de 12 mètres. Les fermes en appentis des galeries transversales ont 6m769 de portée.

Les figures 2 et 3, pl. XXIII, représentent une coupe longitudinale et une coupe transversale du hall dont nous venons de parler. Elles montrent les différents types de fermes qui ont été employés. Tandis que les fermes des galeries de 12 mètres et du hall sont triangulées à petites mailles, celles des galeries de 15 mètres et de 6m769 sont des fermes à grandes mailles dites américaines.

Les galeries circulaires, constituées par des séries de fermes de 5 mètres environ de portée, aboutissent chacune à deux pavillons d'angle carrés de 6m50 de côté.

Fig. 6. — Motif de façade du Palais des Manufactures nationales : *La Tapisserie.*

Les galeries centrales ont une longueur de 99m50 ; elles sont recouvertes par des fermes de 14 mètres de portée.

Les galeries en retour comportent des fermes américaines.

La partie métallique, du poids de 1 900 tonnes, a été exécutée par M. J. Leclaire, constructeur, et n'a présenté aucune difficulté particulière de montage, bien que certaines parties de la construction reposent complètement sur un tablier métallique recouvrant les voies de la gare des Invalides.

La charpente métallique de l'un des pavillons d'angle, établissant la jonction entre les galeries centrales et les galeries en retour, est représentée sur la figure 3, qui indique en même temps comment les différents motifs de décoration sont disposés par rapport à la charpente métallique.

**Palais médian, côté rue Fabert.** — Description générale. — Ce palais couvre un emplacement de 220 mètres de longueur dans le sens de l'avenue, sur 50 mètres de largeur. Il comprend, en outre, deux bâtiments annexes, situés l'un dans le prolongement de la rue de l'Université, l'autre dans celui de la rue Saint-Dominique.

Il comporte, à l'intérieur, un grand hall complètement entouré par une galerie et, à l'extérieur, des portiques surmontés de terrasses avec loggias.

Le hall est divisé en trois atriums secondaires. Les fermes qui le constituent partent au tiers des piliers du rez-de-chaussée, donnant ainsi de l'élan et de la légèreté à la charpente. Les architectes, MM. Larche et Nachon, ont cherché à rompre la monotonie d'une série de fermes identiques du genre de Dion, en intercalant de distance en distance, de grands arcs en plein cintre de formes décoratives.

En face de l'entrée principale, une salle de fond, recouverte en demi-coupole, donne de la profondeur à la vue du visiteur dès son entrée dans le hall. Un grand escalier central à double révolution est placé en avant de cette salle; il s'appuie sur les piliers du hall et dessert les galeries du premier étage qui s'étendent autour des atriums. A chaque extrémité du hall, un autre escalier donne accès au retour de la galerie. Deux passerelles, correspondant à la division du hall en trois atriums, relient les galeries longitudinales.

Façade. — Les galeries longeant la façade sur l'avenue (fig. 9 et 10), correspondent à des portiques pour le rez-de-chaussée et à des terrasses, loggias, porches et campaniles pour le premier étage; cette double circulation et ces dégagements en plein air ménagent au visiteur des perspectives sur la Seine et sur les Invalides.



Fig. 7. — Motif de façade du Palais des Manufactures nationales : *La Céramique et la Porcelaine.*

La façade est relativement longue et placée en entier sur un seul plan; malgré cette disposition ingrate, les architectes ont su donner à l'ensemble une certaine souplesse et de l'imprévu sans nuire à l'unité de la conception.

La décoration a été inspirée de la destination même de l'édifice qui, précisément, abrite l'exposition de la décoration et du mobilier de l'habitation moderne.

L'entrée principale, accusée par un grand arc avec chambranles de fleurs et figures décoratives, est surmontée d'un grand groupe de couronnement. De part et d'autre de cette entrée, s'étendent des loggias à trois arcades, aboutissant à deux campaniles ajourés et floris. Les porches de ces campaniles s'ouvrent sur des terrasses qui se terminent à des pavillons d'about à fronton circulaire orné de bas-reliefs.

Chacune de ces parties du palais est en léger décrochement sur la façade, afin de favoriser le jeu des ombres et des lumières autant que le permettait l'absence de tout avant-corps proprement dit.

CHARPENTE MÉTALLIQUE. — La partie métallique, du poids total de 1564 tonnes, a été exécutée par M. Schmid, constructeur. Ce travail a été l'un des premiers terminés à l'Esplanade.

La figure 8 représente une vue intérieure du hall pendant le montage, et montre les parties essentielles que nous avons décrites et les passerelles qui relient les galeries.

Cette vue est complétée par la figure 7 (pl. XXIII) qui représente une coupe transversale du palais faite dans l'axe de l'entrée principale.

Les fermes du hall ont 23 mètres d'ouverture entre axes des piliers. La galerie longeant l'avenue centrale a 9 mètres d'ouverture et celle du côté de la rue Fabert 12 mètres.

Le montage de cette charpente n'a présenté aucune particularité à signaler.

**Palais médian, côté rue Constantine.** — DESCRIPTION GÉNÉRALE. — Ce palais couvre un emplacement de 215 mètres de longueur sur 50 mètres environ de largeur.

Il comprend une série de galeries à deux étages, disposées autour de trois halls rectangulaires, de façon que les axes longitudinaux et transversaux des galeries et des halls correspondent soit avec ceux des palais qui leur sont contigus, soit avec ceux du palais médian, côté Fabert, qui lui fait face.

Cette subdivision intérieure du palais en trois parties distinctes a

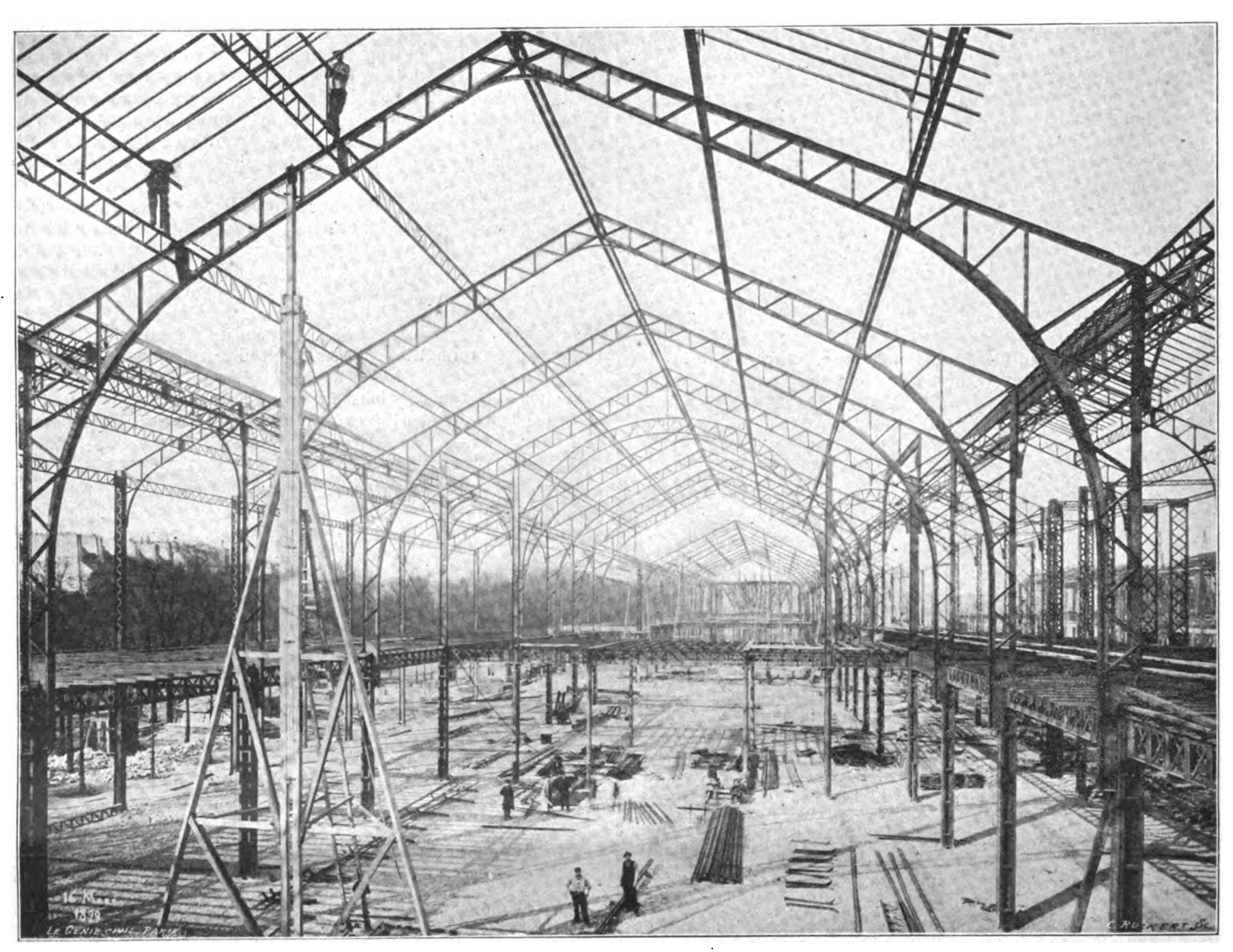


FIG. 8. — PALAIS DE L'ESPLANADE DES INVALIDES : Construction de la charpente métallique du palais médian (côté rue Fabert).




FIG. 9. — Façade du palais médian de la rue Fabert : Vue prise le 20 avril 1900.



FIG. 10. — Façade du palais médian de la rue Fabert : Vue prise le 15 mai 1900.

pour but de rompre la monotonie résultant de l'aspect d'une enfilade de fermes. Elle est franchement accusée à l'extérieur par des porches correspondant à l'entrée principale et aux galeries transversales que comprennent les halls entre eux.

Façade. — La façade du palais (fig. 12) comprend, au rez-de-chaussée, un portique formant galerie de circulation et d'exposition. Ce portique supporte une galerie vitrée centrale disposée entre deux terrasses.

Cette galerie vitrée a été demandée à l'architecte, pour augmenter la surface à livrer aux exposants à cet étage. Terrasses et galerie vitrée correspondent à celles du palais situé de l'autre côté de l'avenue.

L'ordonnancement de la façade fait ressortir nettement les dispositions générales du palais, indiquées ci-dessus.

Tout en évitant de surcharger l'ensemble, l'architecte, M. Esquié, est parvenu, par une série de décrochements en plan et par une ornementation appropriée, à rompre la monotonie des grandes lignes, soit horizontalement, soit verticalement.

Sous le portique de façade, de grandes baies rectangulaires ont été demandées, afin d'éclairer le rez-de-chaussée le plus largement possible. Les piliers de la partie centrale du palais ont même été ajourés dans ce but à leur partie inférieure.

Partie métallique. — Les trois halls qui constituent le palais sont d'inégale importance. Celui du milieu a une longueur de 84 mètres, tandis que les deux autres, absolument semblables, n'ont que 41m50 de longueur. La largeur commune est de 23 mètres.

Le hall de la partie médiane est constitué par des fermes triangulées, genre de Dion, de 23 mètres de portée et 26 mètres de hauteur, espacées de 7m666 d'axe en axe et disposées symétriquement par rapport à la partie médiane du hall qui forme coupole et couvre une surface carrée de 23 mètres de côté.

Les figures 4 et 5 (pl. XXIII) représentent une coupe longitudinale et une coupe transversale du grand hall.

L'éclairage est assuré par un lanterneau vitré de 15m334 de largeur.

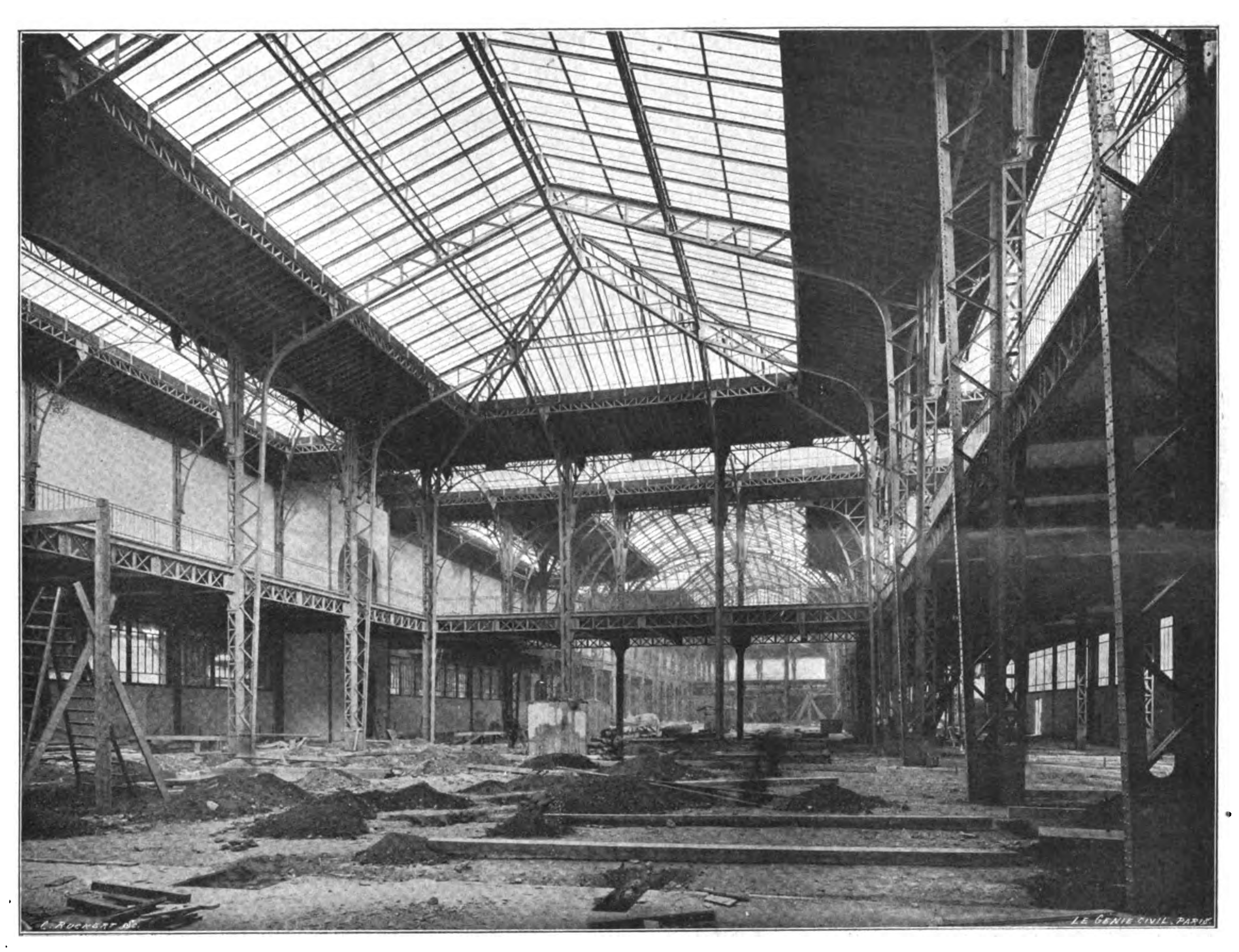


Fig. 11. — Palais de l'Esplanade des Invalides : Construction de la charpente métallique du palais médian (côté rue Constantine).

Au point de vue du style, M. Esquié a mis dans son œuvre la plus grande fantaisie.

La façade est composée de manière à être d'une compréhension simple en perspective. De grandes parties blanches limitent les motifs principaux et ont permis de ne pas surcharger l'ensemble dans la vue en enfilade.

Les balcons, d'une allure gracieuse, et les ornements accentuent les lignes principales, tout en ne déformant pas les ensembles. Les motifs d'encadrement des baies soulignent la forme des ouvertures.

Pour l'entrée principale du milieu, l'arcature est composée d'évasements successifs. Cette disposition augmente l'effet et la vue et accuse plus nettement cette entrée.

D'élégants campaniles terminent et encadrent la partie centrale du palais.

M. Esquié a profité du mode de construction adopté en pan de bois et staff recouvrant l'ossature métallique de soutien, pour ne pas imiter la pierre.

Cette intéressante tentative lui a permis de mettre beaucoup de hardiesse, d'imprévu et de fantaisie dans la forme de ses arcatures.

Les deux autres halls, dépourvus de coupole centrale, à cause de leurs dimensions plus restreintes, sont simplement constitués par une série de fermes de 23 mètres de portée, de même hauteur et peu différentes comme forme de celles dont nous venons de parler pour le hall central.

La figure 11 donne une vue des halls prise pendant le montage et montre les dispositions générales de toute l'ossature métallique.

Les galeries transversales et de pourtour sont recouvertes par des combles à treillis reposant sur des piliers de 15 mètres de hauteur. Leurs largeurs sont les suivantes : 9 mètres pour la galerie longitudinale de façade, 12 mètres pour celle qui lui est parallèle et pour les galeries transversales.

Le premier étage est desservi, comme celui du palais symétrique par rapport à l'avenue centrale, par un escalier central et deux autres disposés aux extrémités.

La figure 14 montre les différentes phases de construction des palais médians de l'Esplanade.

La partie métallique a un poids total d'environ 1 465 tonnes ; elle a été exécutée par MM. Barbot et Thomas, constructeurs.

**Palais de fond.** — DESCRIPTION GÉNÉRALE. — Le palais occupant le fond de l'Esplanade des Invalides comprend, en réalité, deux édifices distincts, identiques comme dispositions générales et situés symétriquement par rapport à l'extrémité de l'avenue centrale des Invalides.

Ces édifices s'étendent sur une longueur de 46 mètres en façade sur l'allée centrale, et comportent une autre façade en retour de 50 mètres de longueur environ regardant les jardins de l'Hôtel des Invalides (fig. 2). Chacun d'eux est constitué par un hall entouré de galeries au rez-de-chaussée et au premier étage.

Sur l'avenue centrale, la façade du palais est ornée d'un portique



FIG. 12. — Façade du palais médian (côté rue Constantine).

demi-circulaire terminé par deux pavillons d'angles surmontés de campaniles en forme de pyramides.

Au milieu de ce portique, divisé en trois parties, se trouve l'entrée principale du palais, surmontée d'un motif décoratif disposé entre deux loggias.

Les pavillons d'angle opposés, situés sur les rues Fabert et de Constantine, sont recouverts en coupoles surmontées de lanterneaux.

Le premier étage est desservi par un escalier à double révolution,



FIG. 13. — Fontaine de l'un des palais de fond.

semblable comme disposition à ceux des autres palais que nous avons décrits, et placé en face de l'entrée principale, derrière le grand hall.

FAÇADES. — Au rez-de-chaussée, l'éclairage est assuré par une série de baies groupées trois par trois. Des panneaux décoratifs séparent ces divers groupes que couronne une guirlande d'un gracieux effet.

Au premier étage, le pavillon du campanile et celui du dôme sont seuls percés de baies de trois fenêtres, rappelant par leurs dispositions celles du rez-de-chaussée et donnant accès à des balcons. L'éclairage de la galerie de façade comprise entre ces deux pavillons étant assuré par un lanterneau vitré, il devenait inutile de percer de nouvelles baies. L'architecte, M. Tropey-Bailly, a profité de cette disposition pour orner la façade de grandes frises à la hauteur de la galerie du premier étage. Ces frises, exécutées par MM. Frère et Damé, représentent les Arts décoratifs, le Bois, le Verre et le Fer; elles constituent une œuvre remarquable et concourent à la décoration de cette partie du palais.

La façade de l'allée centrale, dont nous avons déjà parlé, comporte des portiques et loggias artistement décorés qui permettent aux visiteurs de jouir de la vue des palais opposés et de la perspective qui s'étend vers les Champs-Élysées. Les pavillons d'angle sont aussi percés de baies au premier étage avec balcons encadrant l'entrée demi-circulaire.

L'effet décoratif a été beaucoup augmenté par l'emploi discret de peinture verte en tonalités toujours claires et de délicates dorures. Les frises, bien qu'exécutées en plâtre, sont recouvertes d'une couche de peinture imitant la terre cuite.

Deux fontaines (fig. 13), dont une en grès émaillé et coloré provenant de la faïencerie de Choisy-le-Roi, ornent l'espace qui s'étend entre les deux palais de fond. Des amphores provenant de la même manufacture sont disposées contre les piliers et ajoutent à l'effet décoratif.




FIG. 14. — Façade du palais médian (côté rue Fabert).

PARTIE MÉTALLIQUE. — Chacun de ces palais comprend comme ossature métallique un hall rectangulaire de 25m 20 sur 24m 60, entouré au rez-de-chaussée et au premier étage de galeries qui ont 10m 40 de largeur, sauf celle en façade sur l'allée centrale qui n'a que 7m 25.

Les fermes en treillis entrant dans la composition du hall, sont constituées par deux rampants réunis par une partie horizontale de 8m 20 de longueur, correspondant au lanterneau central.

Deux de ces fermes *ab*, *cd* (fig. 15) sont continues, les deux autres sont tronçonnées en trois parties. La continuité des deux premières et les assemblages très rigides en ABCD avec les éléments des secondes ont permis d'obtenir, dans le sens horizontal, une résistance suffisante pour ne pas mettre un contreventement, qui est indispensable dans le cas de l'emploi de deux fermes en diagonale.

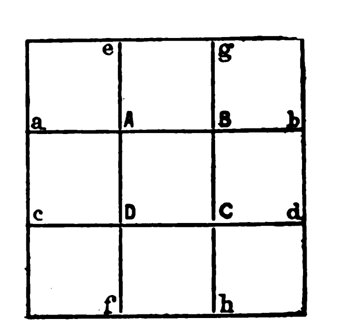



FIG. 15. — Plan des fermes du hall.

Cette forme spéciale des fermes avec partie horizontale au milieu, employée dans le grand hall, a été généralement utilisée dans la construction de ce palais. Les demi-fermes des petites galeries de 7m 25 affectent au contraire les dispositions habituelles.

La figure 6 (pl. XXIII) représente une coupe de ce palais passant par la ligne MN du plan général (fig. 1, pl. XXIII). Elle montre les parties les plus intéressantes des fermes du hall et des grandes galeries.

La charpente placée au-dessus de l'escalier d'accès au premier étage est constituée par une série de fermes, en tôles et cornières, recourbées en forme de potence et venant s'appuyer sur les poteaux de la construction principale.

La construction de la partie métallique de ces palais, dont le poids est d'environ 765 tonnes, a été exécutée par M. R. Baudon, constructeur.

une allée centrale. On a donc utilisé les chaussées des rues Saint-Dominique et de l'Université, qui s'étendaient entre les palais et l'enceinte de l'Exposition, pour la construction de galeries annexes qui augmentent la surface à livrer aux exposants (fig. 1, pl. XXIII).

Le mode de construction est le même que celui déjà décrit : une série de fermes constituent ces galeries. Le revêtement est obtenu par l'emploi de pans de bois et de staff.

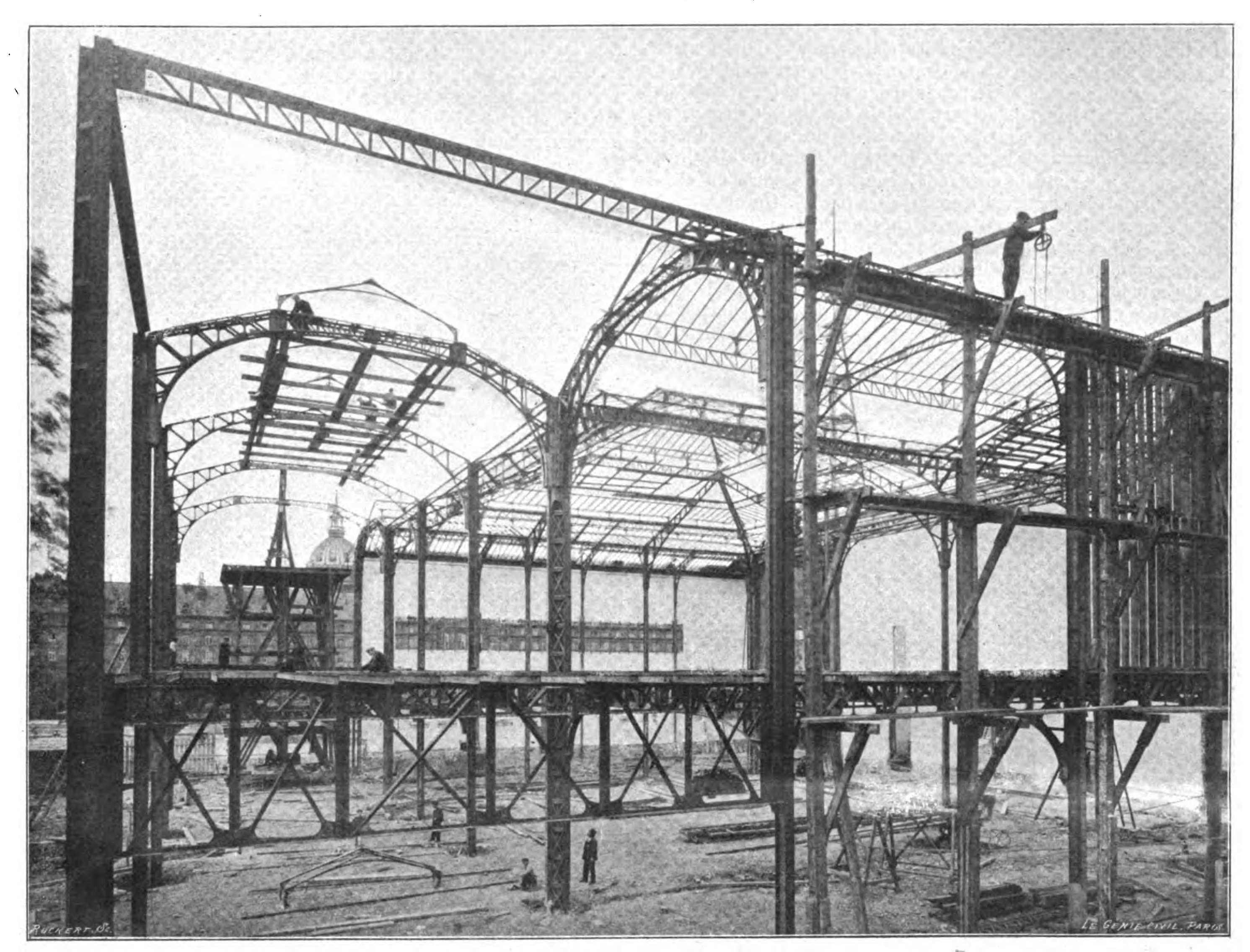


Fig. 16. — Palais de l'Esplanade des Invalides : Construction de la charpente métallique du palais de fond.

La figure 16 représente une vue de ce palais prise pendant le montage de la charpente métallique. Elle montre les dispositions générales de l'édifice et la forme spéciale des fermes dont nous avons déjà parlé.

Pour terminer la description des palais de l'Esplanade, nous dirons un mot sur leurs annexes.

Le principe qui a présidé à la construction de ces édifices a été de couvrir toute la surface comprise entre les quinconces en ménageant

La partie métallique des palais que nous venons de décrire a été exécutée sous le contrôle de M. Résal, Ingénieur en chef des constructions métalliques, assisté de M. Thuasne, Ingénieur, pour les deux palais médians, et de M. Bähr, Ingénieur des Arts et Manufactures, pour le Palais des Manufactures nationales et les palais du fond.

Louis David.
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

---

## LE PALAIS DES ILLUSIONS

Le Palais des Illusions récemment ouvert au public, au Champ-de-Mars, semble devoir être l'une des attractions lumineuses les plus originales et les mieux réussies de l'Exposition.

Il comporte essentiellement une salle polygonale, dont les parois sont revêtues de glaces, qui se réfléchissent indéfiniment les unes dans les autres, donnant aux spectateurs l'illusion de se trouver dans une salle immense, somptueusement décorée (fig. 4), dont l'aspect change à tout instant, grâce à des jeux de lumière heureusement combinés.

Le Palais des Illusions est situé (fig. 1) dans l'axe du Château-d'Eau et de la Salle des Fêtes, en arrière du Palais de l'Électricité, au 1er étage de la Galerie de la Mécanique. On peut y accéder par l'escalier monumental de la Salle des Fêtes, par les rampes du Château-d'Eau ou par quatre grands escaliers disposés à ses angles.

Construit sous la forme d'un polygone hexagonal régulier, particulièrement favorable aux réflexions multiples des jeux de lumière, le bâtiment se compose de deux murs concentriques (fig. 2 et 3), en maçonnerie, reliés simplement entre eux, sur toute leur hauteur de 40 mètres, du rez-de-chaussée à la toiture, par une série de planchers. Le mur intérieur est, de plus, consolidé par des contreforts sur lesquels viennent se poser les parois proprement dites de la salle. Ces parois, extrêmement minces, de façon à être facilement traversées par de multiples canalisations électriques, comportent une voûte en staff portée par une série d'arceaux sous lesquels sont établis de grands panneaux, formés de glaces argentées (fig. 5 à 7). La salle, ainsi définie, est circonscrite en plan à un cercle de 11 mètres de rayon (fig. 3).

Les parois de glaces sont séparées les unes des autres par les demi-colonnes qui portent les arcades du pourtour. Ces demi-colonnes sont faites de surfaces bombées d'environ un centimètre d'épaisseur, en opaline d'un ton laiteux. Les chapiteaux sont en staffs garnis de lampes à calottes émaillées renvoyant la lumière sur les parties en relief. La réflexion des demi-colonnes aboutit à une apparence de trois colonnes entières, isolées.

La coupole en staff est suspendue à une série de fermes rayonnantes, aboutissant, en plan, aux sommets d'un dodécagone régulier circonscrit au même cercle que l'hexagone de la salle.

Au point de vue de la décoration, la salle a été édifiée suivant le

style des anciens édifices mauresques de l'Espagne. Elle est d'une tonalité générale riche et harmonieuse, et tous les décors sculptés sont dorés.

*Mode de suspension et de réglage des glaces.* — Le montage et le réglage des glaces qui couvrent les six parois verticales de la salle hexagonale ont donné lieu à un certain nombre de difficultés que la Compagnie des Glaceries de Saint-Gobain a surmontées très heureusement et par les moyens les plus simples.

Le problème consistait à obtenir des plans aussi parfaits que possible pour les parois verticales dont la largeur est de 11m50, et la hauteur, au sommet de la partie cintrée, de 13m50 (non compris la cimaise). Il fallait donc, d'une part, obtenir des glaces de bonne planimétrie et, d'autre part, les fixer dans des conditions telles que l'on n'eût pas à craindre de déformations dues à la liaison avec le bâtiment.

Ce résultat a été atteint en fixant chaque glace contre un châssis en fer composé de cornières bien dressées (fig. 8). On obtient ainsi des panneaux de $3 \times 4$ mètres carrés en général. Une tôle repliée en forme d'U à ailes inégales recouvre la glace de 10 à 12 millimètres et embrasse en même temps l'aile de la cornière du châssis de manière à maintenir le verre appliqué contre la cornière. Ce procédé de fixation n'existe que sur trois côtés : en bas et sur les montants ; le bord supérieur des glaces n'est pas recouvert. On a cherché, en effet, à réduire au strict minimum la largeur des recouvrements métalliques visibles.

Les glaces ainsi reliées à leurs châssis ont été considérées comme des rideaux destinés à être suspendus en avant des murs de la salle.

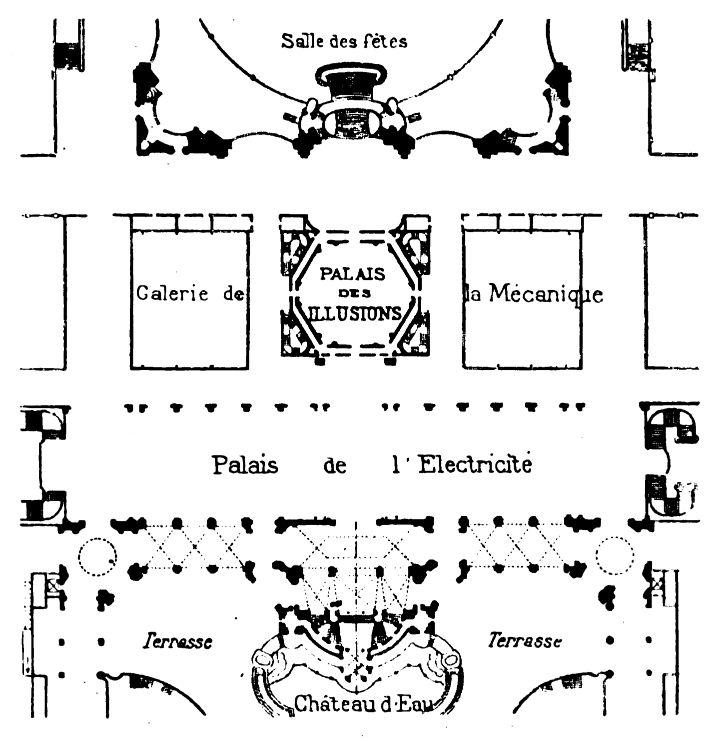



Fig. 1. — Plan de situation du Palais des Illusions.

Les châssis étant munis, dans les angles supérieurs, de tourillons en fer (fig. 10 et 11) placés en dessous de la cornière supérieure, il a suffi de disposer, au niveau voulu, des crochets (fig. 9) fixés à la maçonnerie du bâtiment, pour pouvoir accrocher chaque miroir à sa place en le laissant indépendant des autres et en évitant qu'il puisse être gauchi ou forcé par une réaction extérieure.

Tel est le principe du mode de construction adopté.

Pour l'exécution, il a fallu étudier une série de détails, dont certains sont intéressants à signaler.

Tout d'abord, pour que les glaces puissent être placées dans un même plan, avec une précision suffisante, il fallait que la position des crochets de suspension fût réglable par rapport au mur. De plus, comme les châssis devaient presque se toucher, le jeu entre les tôles en U étant de 2 millimètres à peine, il était nécessaire de pouvoir faire un réglage en hauteur et en direction pour être certain d'arriver à intercaler une glace déterminée entre les glaces voisines. Enfin, il était utile d'avoir un moyen de montage mécanique ; car le poids d'un châssis garni de sa glace dépasse 800 kilogr. et on ne pouvait guère compter, même en se servant d'échafaudages compliqués et coûteux, pouvoir placer à la main et accrocher directement les éléments composant une paroi dont le point le plus élevé était à 15 mètres environ du sol.

Tous ces résultats ont pu être obtenus très simplement, grâce à l'emploi de consoles en fonte, montées sur des tourillons scellés dans des contreforts en maçonnerie, construits en avant des murs du bâtiment, vers l'intérieur de la salle (fig. 3 et 9). Chaque console présente à sa partie supérieure une longue douille dans laquelle glisse une forte tige en fer terminée, d'une part, par le crochet de suspension, et, d'autre part, par une partie filetée de moindre diamètre sur laquelle agit un écrou prenant appui sur la douille de la console. La rotation de l'écrou détermine donc un mouvement d'avancement ou de rappel du crochet de suspension.

Pour suspendre un châssis muni de sa glace à ses crochets, on fait avancer tout d'abord chaque crochet de façon qu'il soit en saillie de 30 centimètres environ. On manœuvre les écrous correspondant aux crochets, en se plaçant sur l'une des petites plates-formes en encorbellement placées à diverses hauteurs du mur intérieur de la salle.

On suspend ensuite le panneau à mettre en place au moyen de cordes passant dans deux anneaux placés aux angles supérieurs du châssis (fig. 10) derrière la glace et on l'élève jusqu'à hauteur de sa

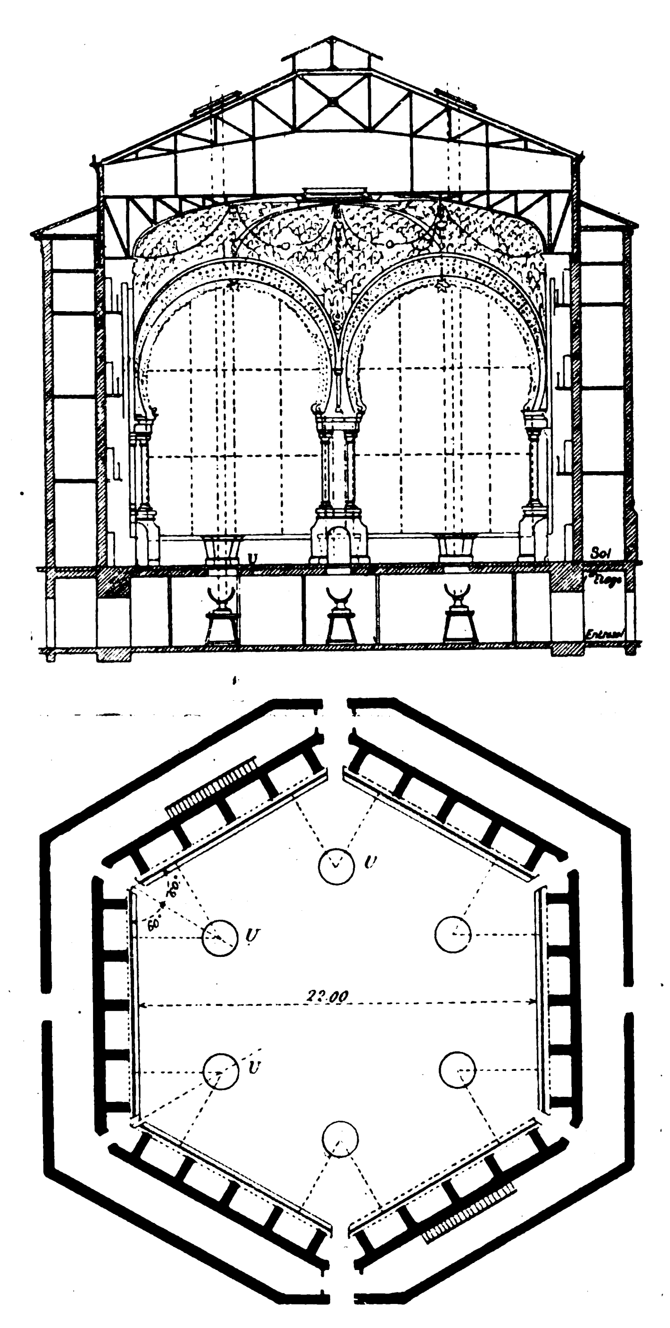



Fig. 2 et 3. — Coupe verticale et plan du Palais des Illusions.

position définitive au moyen d'un treuil et d'un renvoi de poulies à gorge placées respectivement sur le plancher de la salle et à la partie supérieure de la charpente métallique de l'une des parois verticales.

Quand le panneau est arrivé à hauteur de sa position définitive, on fait porter sur les crochets de suspension fixés aux consoles les tourillons correspondants du châssis. On ramène ensuite les crochets en arrière, après avoir dégagé la corde des anneaux ; la glace est ainsi amenée dans le plan vertical qu'elle doit occuper.

Le réglage en hauteur de la glace s'obtient en agissant sur la vis calante placée au-dessous de la console de support et venant appuyer derrière celle-ci (fig. 9). Le réglage latéral du châssis s'obtient en agissant sur l'extrémité de l'un des tourillons de support, lequel est partiellement fileté (fig. 10 et 11). Ce tourillon se déplace ainsi latéralement par l'effet de sa rotation dans la douille taraudée du châssis

et détermine au moyen de ses joues de butée le déplacement vers la droite ou la gauche de l'ensemble du châssis. Le second tourillon de support est lisse, de sorte que pendant le réglage il se déplace facilement sur son crochet.

Ces diverses opérations de réglage ont pour effet d'assurer parfaitement et invariablement la verticalité et l'orientation des châssis et de leurs glaces, de telle façon que les lignes d'architecture de la salle ne risquent pas d'être déformées par les réflexions successives.

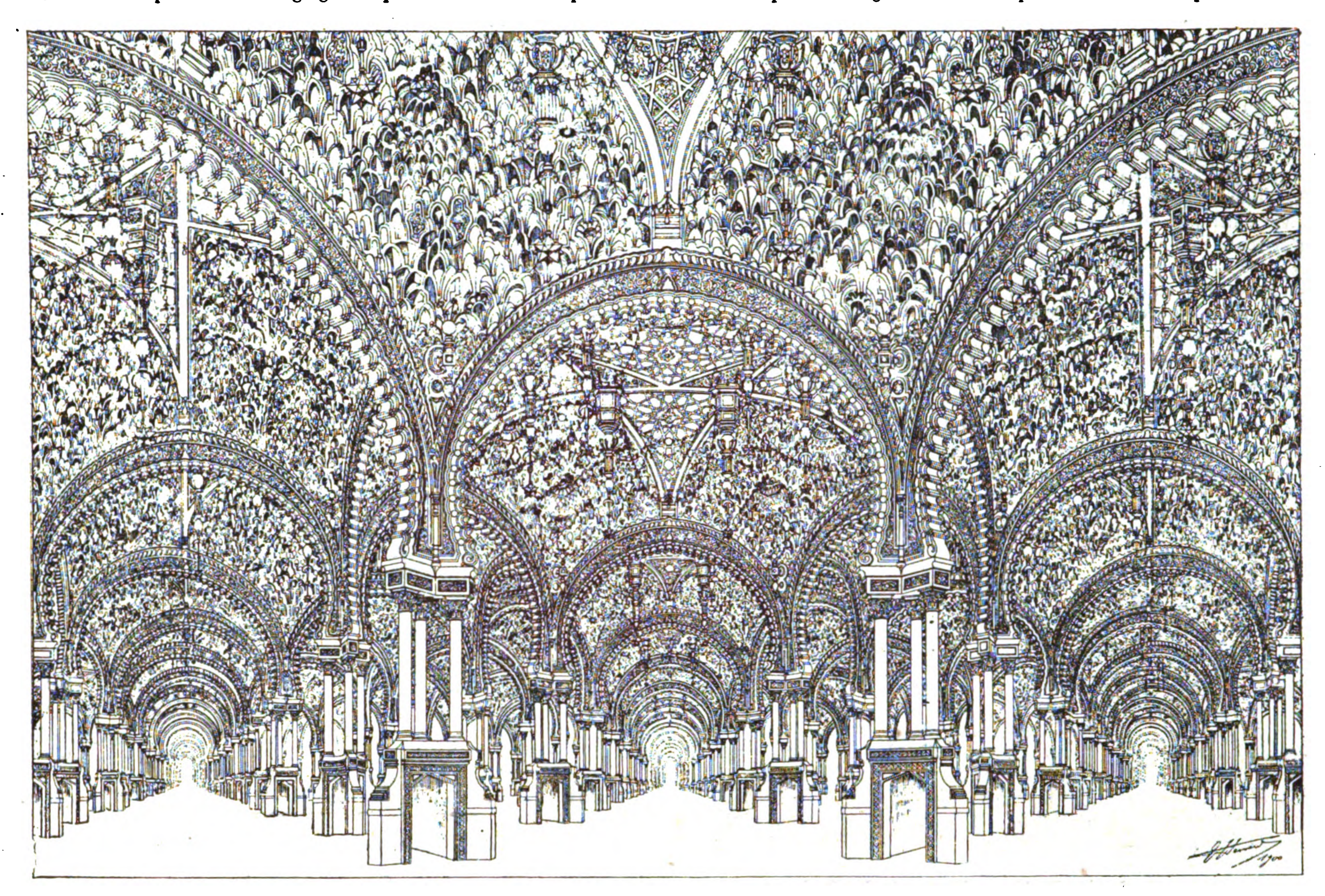


Fig. 4. — Épure perspective de la salle des Illusions.

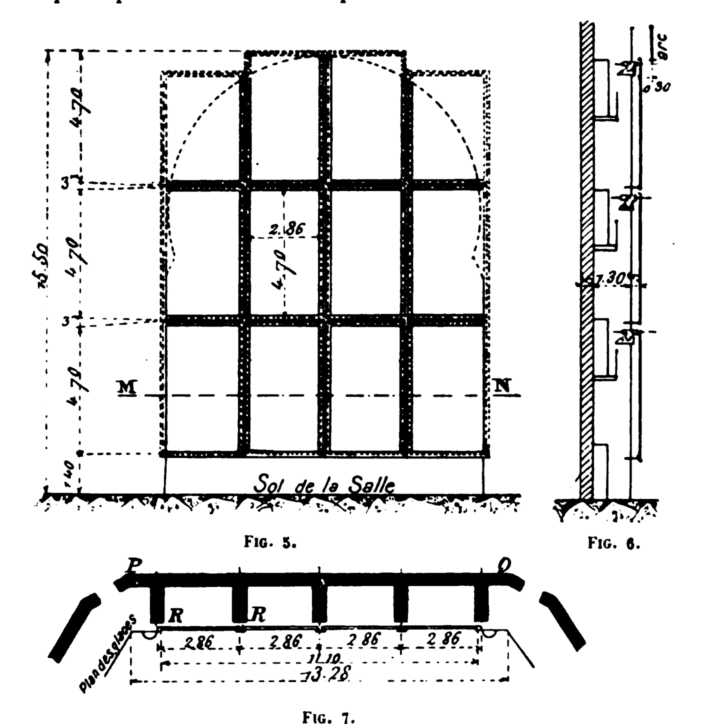



Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Fig. 5, 6 et 7. — Disposition des panneaux de glaces sur l'une des parois de la salle.

Enfin, pour éviter que, par suite des différences de température entre la salle et le couloir extérieur, des buées vinssent se condenser sur les glaces, par suite de leur faible épaisseur, on a installé des rampes de chauffage à la base de chacune des parois de glace, derrière les châssis en fer.

*Appareillage électrique.* — L'appareillage électrique intérieur de la salle comprend six grands lustres qui ne mesurent pas moins de 8 mètres de hauteur, et qui, vus du bas de la salle, ne paraissent pas mesurer plus de 3 à 4 mètres. Ces lustres servent à relier les motifs à incandescence, et à la partie inférieure de chacun d'eux est accrochée une étoile lumineuse, dont on peut faire varier les couleurs.

Les jeux de lumière sont obtenus par une disposition des plus ingénieuses; l'allumage et l'extinction instantanés des différents motifs d'éclairage doivent toute leur instantanéité et leurs effets multiples à la combinaison de nouveaux interrupteurs à mercure se commandant à distance.

Ces interrupteurs, imaginés par M. Bouchet et construits par MM. Albert Guénée et Cie, sont formés d'une boîte en fibre basculant par simple contact sous l'effet d'un électro-aimant. Ils se distinguent, en outre de la rapidité d'allumage et d'extinction, en ce qu'ils suppriment totalement les étincelles de rupture.

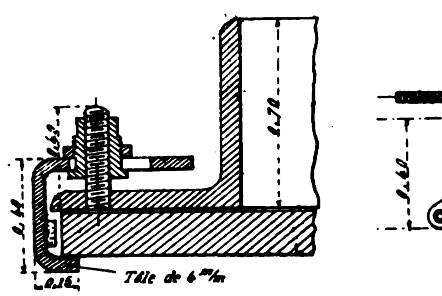



Fig. 8. — Fixation d'une glace sur son châssis.

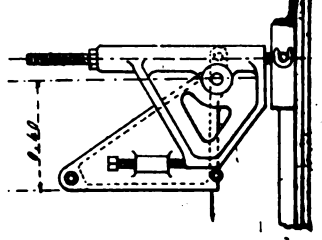


Fig. 9. — Console et crochet de suspension d'un châssis.

Les figures 12 à 14 permettent de se rendre compte du mode de construction de ces interrupteurs commandés à distance.

L'appareil est intéressant au double point de vue de l'interrupteur et de l'électro-aimant qui le fait manœuvrer. Pour que le problème fût résolu pratiquement, il fallait, en effet, que l'électro-aimant fût puissant, qu'il permît une longue course de l'armature et que l'interrupteur n'exigeât pas une force trop grande pour sa manœuvre.

*

L'électro-aimant G (fig. 12) est un électro-aimant à effort constant, permettant un effort de 4 kilogr. avec une course de 20 millimètres, bien que la dépense soit faible et le volume restreint.

Ainsi que l'indique la figure 12, il est placé sous l'interrupteur et son armature D vient appuyer sur le fond même d'une boîte I dont l'axe est en A.

Cette boîte constitue l'interrupteur proprement dit ; elle est composée de plusieurs compartiments. Les deux compartiments extrêmes contiennent les bornes séparées complètement par une cloison isolante du point où se produit l'étincelle de rupture (fig. 12 et 14).

Quand la boîte a l'inclinaison représentée par la figure 12, le mercure, ayant le niveau N, est séparé des bornes et se trouve en dessous du trou percé dans la cloison E. Il est ainsi divisé en deux masses isolées l'une de l'autre et isolées des bornes P correspondantes.

Au contraire, quand l'ensemble prend la position de la figure 13, le mercure ne forme plus qu'une masse et le courant passe d'une borne à l'autre en traversant le tracé de la cloison E.

Lorsque l'on rompt le courant, cette rupture a lieu en E ; puis, les bornes sont séparées du mercure.

Le bouton-poussoir R, indiqué par la figure 12, sert à la commande de l'électro-aimant. C'est la réunion de ces touches à ressort, enfermées dans une boîte en noyer très petite, qui forme le poste de commande placé dans une avant-scène de la salle. Cet appareil est construit sur le même principe que le gros interrupteur. Mais la dénivellation du mercure est obtenue en faisant plonger dans le mercure des pièces en matière isolante.

L'avantage de ces interrupteurs perfectionnés est de supprimer complètement l'arc qui se produit dans les appareils basés sur la plongée

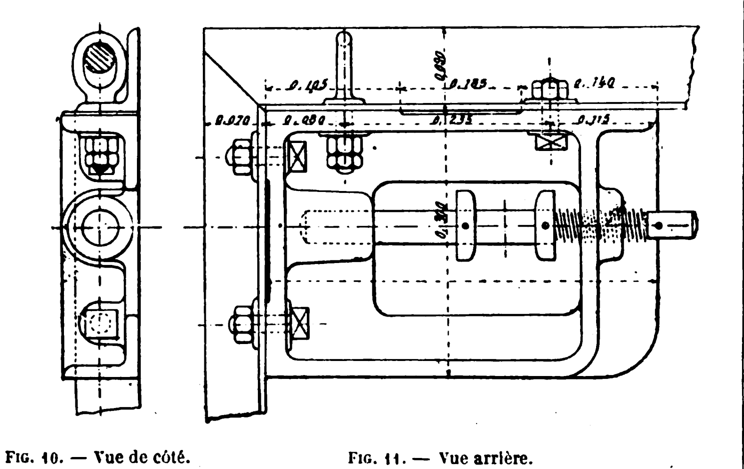


Fig. 10. — Vue de côté. Fig. 11. — Vue arrière.

Fig. 10 et 11. — Tourillon de suspension d'un châssis.

de pièces conductrices dans des godets conducteurs remplis de mercure.

En effet, quand le niveau descend, les deux ménisques restent liés l'un à l'autre par un filament liquide qui se rétrécit de plus en plus jusqu'à la rupture et arrivent à un diamètre de 0mm 1. On crée donc ainsi une résistance considérable dont l'effet est d'amortir la self-induction. Dès que le filament est rompu, les ménisques se séparent violemment et le niveau, à ce moment, est légèrement en dessous de la cloison E (fig. 14), il se forme ainsi une rupture brusque, quelle que soit la lenteur que l'on mette dans la manœuvre de l'interrupteur.

Enfin, la circulation d'air en dessous de l'étincelle produit un soufflage, dont l'effet est d'allonger l'étincelle et de la rompre, même si l'on ne fait pas descendre davantage le niveau.

Tous les interrupteurs basculants, à mercure, que nous venons de décrire sont reliés à un petit pupitre minuscule, sur la tablette duquel sont disposées les touches à ressorts R. On obtient ainsi une sorte de petit clavier d'orgue ou de machine à écrire, permettant une gamme de variations se modifiant à l'infini comme effets, nombre et couleurs.

Le grand tableau de distribution obéit instantanément à la manœuvre du petit clavier, manœuvre presque impossible en employant le dispositif des tableaux ordinaires.

Parmi les principaux effets de lumière obtenus, nous citerons : les *colonnes lumineuses*, que les effets d'éclairage multicolores font passer par tous les tons des porphyres et des marbres ; les *portiques lumineux*, donnant ensemble ou simultanément les trois couleurs bleu, blanc, rouge, agrémentés de six appliques également multicolores qui, en se réfléchissant, se multiplient indéfiniment ; et enfin le *grand lustre* reliant six cordons de mille lampes par des motifs en style mauresque répondant au style même du Palais et qui, s'allumant tous instantanément, donnent l'illusion très originale d'un immense bouquet de feu d'artifice, au moment de l'allumage.

Au rez-de-chaussée de la salle sont installés, outre les gros interrupteurs, six puissants réflecteurs établis un peu au-dessous du plancher de la salle (fig. 2). Ces réflecteurs, dissimulés au moyen d'écrans circulaires de 1m 60 de hauteur, sont spécialement destinés aux lampes à arc qui éclairent le *Jeu des papillons*. Contrairement aux divers autres jeux de lumière qui comportent des éclairements variés des éléments du décor architectural de la salle, le jeu des papillons consiste, dans une obscurité complète de la salle, à éclairer uniquement six grands papillons mobiles aux couleurs brillantes, suspendus à des ouvertures de la voûte. Ces ouvertures, ainsi qu'une trouée de la voûte en son sommet, suffisent à éclairer la salle quand la lumière électrique cesse.

La salle des Illusions est due à l'initiative de M. Hénard, l'éminent architecte du Palais de l'Électricité, qui en a dressé les plans et dessiné les détails. Les staffs ont été exécutés par M. Alméras, sculpteur

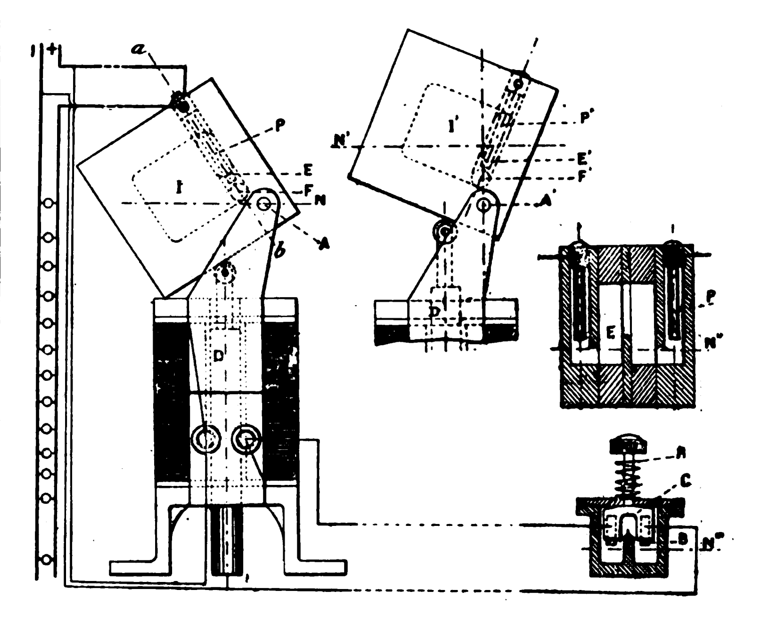


Fig. 12, 13 et 14. — Dispositif de commande à distance de l'interrupteur.

ornemaniste. Les installations électriques ont été faites par MM. A. et G. Martine, de Lille. Le système de suspension et de réglage des glaces, dont l'importance est très grande au point de vue de la multiplication correcte des images, a été spécialement étudié par M. Delloye, Directeur-adjoint de la Compagnie des Glaceries de Saint-Gobain. Cette Compagnie a offert à l'Administration de l'Exposition, à titre gracieux, les soixante-douze grandes glaces à répétition qui forment les parois de la salle. C'est M. H. Brulé, Ingénieur des Arts et Manufactures, qui a exécuté les châssis de suspension des glaces.

Ch. Dantin.

## CHIMIE INDUSTRIELLE

### MOUVEMENT ET PROGRÈS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE

**dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France.**

*(Suite et fin [1].)*

**Parfums artificiels.** — La Société des Usines chimiques du Rhône produit un certain nombre de parfums, sur une assez vaste échelle. Nous insisterons sur leurs brevets, comme nous l'avons déjà fait à propos de la région parisienne, où se trouvent deux grandes usines à matières premières de parfumerie.

Nous classerons toujours les produits suivant leurs fonctions.

Alcools. — *Linalol.* — Le linalol $C^{10}H^{18}O$ est un produit dont l'odeur rappelle la rose et le citron. On l'extrait de l'essence de linaloé par distillation fractionnée. Ce n'est donc pas un parfum synthétique, mais un produit chimique, correspondant à une formule parfaitement établie.

*Rhodinol.* — Le rhodinol est encore un produit chimique extrait d'un corps naturel. On l'obtient en traitant l'essence de géranium par la potasse alcoolique et en distillant.

Aldéhydes. — *Amandol.* — L'amandol n'est autre que le benzaldéhyde produit par un procédé spécial.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 146 ; n° 10, p. 172 ; n° 11, p. 186 ; n° 12, p. 210, et n° 13, p. 229.

# EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900 _ P

Fig. 1. Plan général.

Rue de Constantine

Rue St Dominique

Rue de l'Université

K F G H

A B

MANUFACTURES NATIONALES

STATION

Rue Fabert

Rue St Dominique

Rue de l'Université

Rue

des

Fig. 4 et 5. Pala

7.10 8.50 15.50 7.00 2.20

7.50 7.50

6.00 9.00

Sol des M

1.60 2.40 11.00

8.553 8.167

(48.62) (44.87) 16.12

Plan général

Echelle : 1/5000e

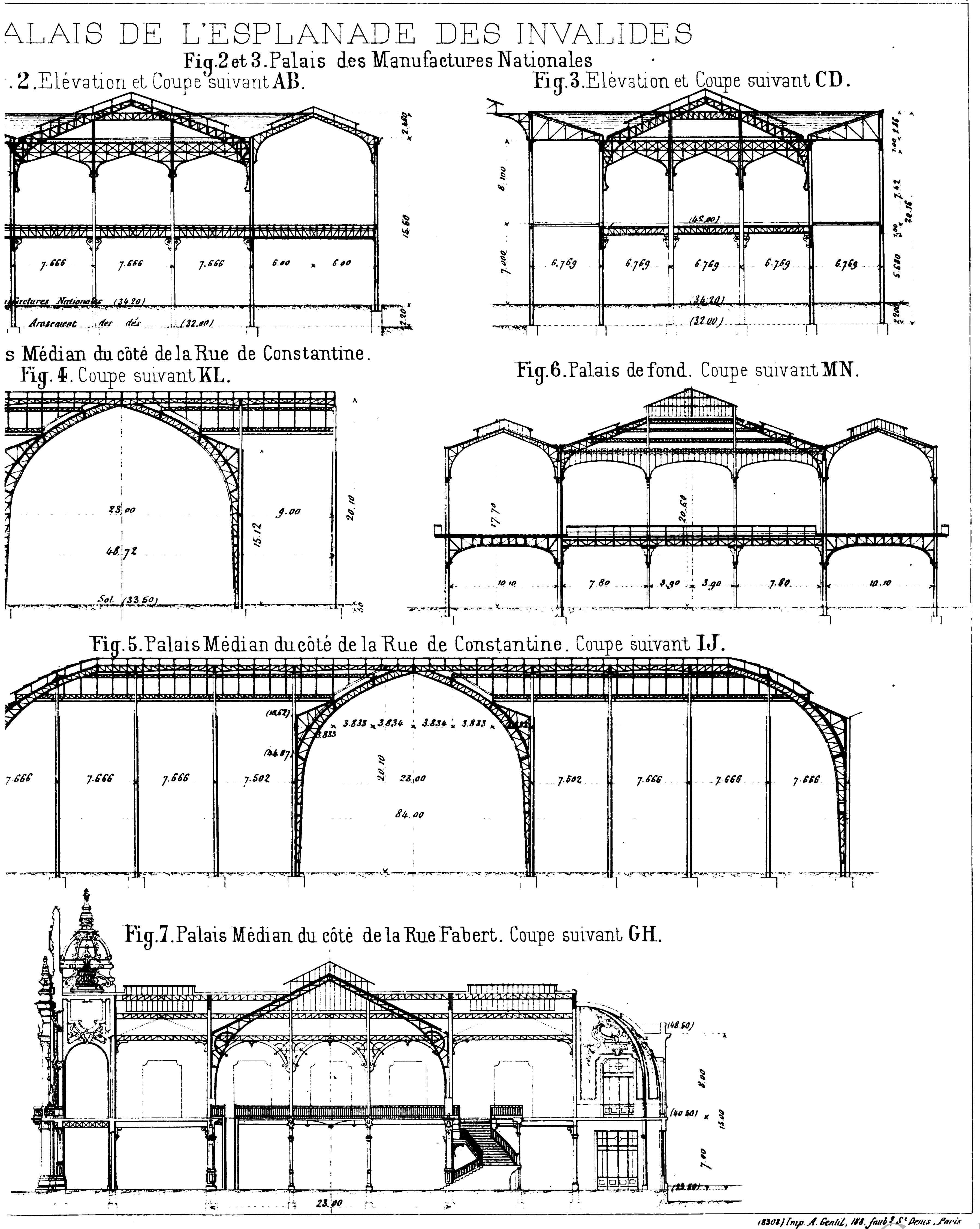
Fig. 2 à 7.

Echelle : 1/400e

Légende.

1er Etage

Rez-de-Chaussée




(8308) Imp. A. Gentil, 188, faub. S.t Denis, Paris

MM. Lauth et Grimaux ont, les premiers, préparé ce corps industriellement, par oxydation du chlorure de benzyle par le nitrate de plomb ou de cuivre. Mais le composé ainsi préparé contient un peu de dérivés chlorés.

Afin d'éviter ces impuretés, la Société chimique des Usines du Rhône opère de la façon suivante :

Elle part du toluène, qu'elle traite par l'acide sulfurique; après agitation, on ajoute du bioxyde de manganèse en poudre. Il y a oxydation :

$$CH^3 - C^6H^5 + O^2 = C^6H^5 - COH + H^2O.$$

*Aubépine.* — L'aubépine, ou aldéhyde anisique, est obtenu par oxydation de l'anéthol. Les Usines chimiques du Rhône l'obtiennent à l'état liquide ou cristallisé.

*Essence de cannelle synthétique.* — L'aldéhyde cinnamique, ou essence de cannelle synthétique, se prépare par action de l'aldéhyde éthylique sur l'aldébyde benzoïque :

$$C^6H^5 - C < {O \atop H} + CH^3 - C < {O \atop H} = C^6H^5 - CH = CH - C < {O \atop H} + H^2O.$$

On obtient un produit qui remplace l'essence de cannelle de Ceylan.

*Héliotropine.* — L'héliotropine, qui n'est autre que le pipéronal, est toujours obtenue par oxydation de l'isosafrol. Les Usines chimiques du Rhône le livrent sous trois formes : à l'état amorphe, en poudre blanche; à l'état liquide, incolore; à l'état cristallisé et chimiquement pur.

*Vanilline.* — On sait que la vanilline est le produit qui donne lieu aux marchés les plus importants en quantités.

Les Usines chimiques du Rhône exploitent les procédés suivants :

1er procédé. — On produit le paranitrosulfotoluène chloré, qui a pour formule détaillée :

$$\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ C \\ H-C \qquad C-AzO^2 \\ SO^2-C \qquad C-H \\ C \\ | \\ Cl \end{array}$$

En traitant par l'éther diméthylsulfurique, on obtient la paranitrotoluènesulfovanilline qu'on saponifie.

2e procédé. — On traite l'aldéhyde protocatéchique monopotassé par l'éther méthylique de l'acide chloroformique. Le résidu de l'opération traité par le sulfate de méthyle donne la vanilline.

Depuis que les synthèses de la vanilline se sont perfectionnées, depuis surtout que les procédés se sont vulgarisés, les prix ont diminué dans une proportion telle, qu'il nous paraît intéressant d'en reproduire les variations, d'après M. Charabot (1) :

*Prix du kilogr. de vanilline* (en francs).

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1876 | 8 730 | 1882 | 1 250 | 1888 | 875 | 1894 | 812 |
| 1877 | 5 000 | 1883 | 1 125 | 1889 | 875 | 1895 | 700 |
| 1878 | 3 000 | 1884 | 938 | 1890 | 875 | 1896 | 700 |
| 1879 | 2 000 | 1885 | 875 | 1891 | 850 | 1897 | 137 |
| 1880 | 2 000 | 1886 | 875 | 1892 | 850 | 1898 | 125 |
| 1881 | 1 500 | 1887 | 875 | 1893 | 812 | 1899 | 115 |

On estime qu'on a fabriqué en France, en 1899, 8 à 10 000 kilogr. de vanilline.

ÉTHERS. — *Cinnamate de méthyle.* — Les Usines chimiques du Rhône préparent le cinnamate de méthyle en cristaux blancs. Ce produit sert surtout à donner de la fixité aux extraits, et notamment à l'eau de Cologne.

On prépare ce composé en faisant réagir l'acide cinnamique sur l'alcool méthylique en présence de gaz chlorhydrique sec. On a :

$$C^6H^5 - CH = CH - COOH + H - CH^2OH$$
$$= C^6H^5 - CH = CH - COOCH^3 + H^2O.$$

Quant à l'acide cinnamique, il peut s'obtenir de plusieurs façons. Nous citerons l'action de l'acétate de sodium sur le chlorure de benzylidène :

$$C^6H^5 - CHCl^2 + 2CH^3 - COONa$$
$$= (C^6H^5 - CH) = CH - COOH + CH^3 - COOH + 2NaCl,$$

et l'action du chlorure d'acétyle sur l'aldéhyde benzoïque, en présence d'acétate de sodium :

$$C^6H^5 - C < {O \atop H} + CH^3 - COCl + CH^3 - COONa$$
$$= C^6H^5 - CH = CH - COOH + CH^3 - COOH + NaCl.$$

(1) CHARABOT : *Les Parfums artificiels.* — Baillière et fils, éditeurs.

*Néroline cristallisée.* — Les Usines chimiques du Rhône vendent, sous le nom de néroline cristallisée, l'éther méthylique du β-naphtol. Ce produit, qui rappelle l'odeur du néroli, est surtout employé pour atténuer la fugacité de certains produits, tels que le jasmin, le réséda, etc.

Pour le fabriquer, on s'appuie sur une réaction très générale, qui consiste à faire réagir l'éther iodhydrique correspondant au radical que l'on veut introduire dans la formule, sur le produit iodé. Ici, on fera réagir l'iodure de méthyle sur le β-naphtol iodé; on aura :

$$\begin{array}{c} CH \quad CH \\ HC \quad C \quad CONa \\ HC \quad C \quad CH \\ CH \quad CH \end{array} + CH^3I = \begin{array}{c} CH \quad CH \\ HC \quad C \quad C-OCH^3 \\ HC \quad C \quad CH \\ CH \end{array} + NaI.$$

*Salicylate de méthyle.* — Le salicylate de méthyle rappelle l'odeur de l'essence de gaulthéria. Il est préparé par la méthode de Cahours, c'est-à-dire par l'action de l'acide salicylique sur un mélange d'alcool méthylique absolu et d'acide sulfurique, lequel n'intervient que pour s'emparer de l'eau qui se forme :

$$\begin{array}{c} CCOOH \\ HC \quad COH \\ HC \quad CH \\ CH \end{array} + H - CH^2 - OH = \begin{array}{c} C-COOCH^3 \\ HC \quad C-OH \\ HC \quad CH \\ CH \end{array} + H^2O.$$

*Autres parfums.* — La Société chimique des Usines du Rhône fabrique encore de la nitrobenzine, de la coumarine et différentes essences de fruits, notamment les essences de pêches, poires, abricots, etc.

La maison Lucien Picard et Cie, de Saint-Fons, fait également différentes essences artificielles. La maison Givaudan et Trouillat fabrique le citral, le linalool et surtout le menthol.

**Produits pharmaceutiques.** — Nous distinguons toujours : les fabricants de produits chimiques employés plus particulièrement en pharmacie, les fabricants de produits pharmaceutiques proprement dits, et les fabricants de spécialités pharmaceutiques.

Parmi les premiers, nous trouvons : la Société des Produits chimiques de Fontaine-sur-Saône, la maison Givaudan et Trouillat à Lyon, et surtout les Usines chimiques du Rhône.

La première fabrique quelques quantités d'éther et de certains produits purs, tels que acétates, alcools divers, etc.

La deuxième fait surtout des phosphates pharmaceutiques, des glycérophosphates.

Quant à la troisième, elle fabrique de nombreux produits, la plupart fort intéressants. Nous citerons particulièrement :

Le phénol et la résorcine obtenus synthétiquement par le procédé Wurtz, Kékulé et Dusart :

$$C^6H^5 - SO^3Na + NaOH = SO^3Na^2 + C^6H^5 - OH \text{ (phénol)},$$

$$C^6H^4 < {SO^3Na \atop SO^3Na} + 2NaOH = 2SO^3Na^2 + C^6H^4 < {OH \atop OH} \text{ (résorcine)};$$

on voit que l'on obtient du sulfite comme sous-produit, ce que nous avions déjà indiqué;

Le paracrésylol, qui constitue un antiseptique puissant et dont la préparation est basée sur une réaction analogue aux précédentes ou sur l'action de l'acide azoteux sur la paratoluidine :

$$C^6H^4 < {CH^3 \atop AzH^2} + AzO^2H = C^6H^4 < {CH^3 \atop OH} + 2Az + H^2O;$$

Le formol, qui est devenu très précieux depuis les recherches de M. Trillat; le gaïacol et ses sels, entre autres le phosphite; les composés de créosote, tels que le phosphite; certains dérivés d'alcaloïdes; les salol et salicylates.

Ces derniers composés ne sont faits, en France, que par la Société des Produits antiseptiques de Villers-Saint-Sépulchre (Oise) et les Usines Chimiques du Rhône. Il en est fabriqué 12.000 kilogr. annuellement.

En outre, cette dernière Société fait la saccharine. Nous avons déjà parlé de la fabrication de ce produit (1); nous n'insisterions pas de nouveau sur ce composé, si une loi, proposée tout récemment, n'avait pour but d'en restreindre entièrement la fabrication. D'après cette loi, en effet, la saccharine ne serait plus qu'un produit pharmaceutique, vendu par les pharmaciens seuls et sur ordonnance de médecin. On a voulu éviter ainsi la concurrence faite à l'industrie sucrière, et nous ne voulons point discuter ici l'opportunité de telles mesures. Nous nous bornerons seulement à rappeler que l'on a peut-être parlé à la légère de l'action nuisible de la saccharine sur l'organisme; car, comme l'a fait remarquer M. Decron, dans la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, on s'est appuyé sur l'avis du Comité

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 23, p. 363.

consultatif d'hygiène publique, qui a déclaré simplement ce produit inassimilable, alors même que des médecins renommés, tels que MM. Dujardin-Beaumetz et Constantin-Paul, ont déclaré que son action était nulle.

Le projet de loi en question aurait naturellement pour effet de ruiner, en France, une industrie naissante, qui a déjà acquis en Allemagne une importance réelle. Voici, d'ailleurs, d'après la *Zeitschrift für angewandte Chemie*, les quantités produites dans ce pays et le nombre de fabriques correspondant :

*Production de la saccharine en Allemagne* (en kilogr.) :

| Années | Nombre de fabriques | Quantités produites |
|---|---|---|
| 1895-96 | 3 | 33 528 kilogr. |
| 1896-97 | 4 | 34 682 — |
| 1897-98 | 5 | 78 363 — |
| 1898-99 | 5 | 132 257 — |

Enfin, les Usines chimiques du Rhône fabriquent également le chlorure d'éthyle, mais elles ne font pas le chlorure de méthyle, dont les seuls producteurs sont MM. Brigonnet et Naville. Ceux-ci emploient le procédé de M. C. Vincent, professeur à l'École Centrale.

Les principaux fabricants de produits pharmaceutiques proprement dits, sont :

Dans le Nord-Est : Grandval fils, qui fait les extraits pharmaceutiques, à Reims (Marne) ;

Dans l'Est : Huckel (extraits pharmaceutiques), à Héricourt (Haute-Saône) ; Fournier, Bon et Cie (capsules), à Dijon ; Jamain, à Dijon ; Vassy (extraits), à Vienne ;

Dans le Centre : Augé et Cie (dragées, pâtes, pilules), à Lyon ; Wuitton et Cie (pastilles, capsules), à Lyon ; Baudmont et Fraisse (teintures alcooliques), à Saint-Étienne ; Bertrand, à Saint-Étienne ; Jouisse (graisses et onguents), à Orléans ; Molle (extraits de quinquina), à Clermont-Ferrand ; Société centrale de Produits pharmaceutiques, au Blosset, par Foëcy (Cher) ;

Dans l'Ouest : la maison Thibaud et Olive, à Nantes.

Quant aux fabricants de spécialités, ils sont assez nombreux et ne peuvent rentrer dans le cadre de cette étude.

**Vernis et Couleurs.** — Vernis. — Pour la fabrication des vernis, on trouve seulement, au point de vue des régions qui nous occupent :

Dans l'Est, une usine, située à Champagney (Haute-Saône) et appartenant à M. Ramondot ;

Dans le Centre, les maisons Barioz, à Saint-Albon (Rhône) ; Cadot frères, Dubost, Masson et Kuentz, toutes trois à Lyon ; Bertrand frères, à Saint-Étienne ; et Chevalier-Escot, à Orléans.

Couleurs. — Pour la fabrication des couleurs, on trouve :

Dans le Nord-Est, huit usines : les maisons Deschamps (outremer), à Vieux-Jean-d'Heurs (Meuse) ; Boizet, à Écordal (Ardennes) ; Bourland, à Poix (Ardennes) ; Colin fils, à Prix-les-Mézières (Ardennes) ; Colin (Louis), à Poix-Terron (Ardennes) ; Gauthier, à Belfort ; Hottin-Perrin, à Lonny (Ardennes), et Lemoine, à Lalobbe (Ardennes) ;

Dans l'Est : Robelin (outremer), à Dijon ;

Dans le Centre, six usines : Guimet (outremer), à Lyon et à Fleurion-sur-Saône ; Dubost, à Lyon ; Glénard frères, à Lyon ; Boulay, à Orléans ; Macarie, Bordier et Archambault, à Tours, et Chevalier-Escot, à Orléans.

**Conclusions.**— Nous résumons, dans le tableau ci-contre, l'état actuel de l'industrie des Produits chimiques dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest.

De ces chiffres, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° La région de l'Est a une importance toute particulière, puisqu'elle fabrique, à elle seule, plus des trois quarts de la production française en soude ;

2° Au contraire, cette région ne contient aucune fabrique de superphosphates ou d'acide sulfurique ;

3° L'industrie du chlore est encore très peu importante dans toutes ces régions, surtout en comparaison du Nord et du Nord-Ouest. Toutefois il faut noter l'importance que prend la région de l'Est, au point de vue électro-chimique ;

4° L'industrie des produits inorganiques est particulièrement florissante dans la région lyonnaise ;

5° L'industrie des produits organiques, acides, distillation du bois, matières colorantes, a pris également, dans cette région, un certain développement.

Les régions que nous avons étudiées offrent également un intérêt tout spécial au point de vue de l'enseignement de la chimie appliquée.

Le Nord-Est possède, à Nancy, une excellente école pratique qui a été fondée par M. le professeur Haller ; on peut même dire que cette création a été l'une des premières de celles qui ont été provoquées par le remarquable rapport présenté, en 1898, par M. Ch. Lauth au Ministre du Commerce et de l'Industrie, rapport qui a eu d'ailleurs également pour résultat, comme l'a déjà signalé le *Génie Civil* (1), la fondation, en 1882, de l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 8, p. 134.

Lyon, qui constitue un centre chimique très important, s'est également ému de la situation faite en France à notre industrie et a créé l'Institut chimique, dont l'inauguration toute récente a fait quelque bruit.

*Tableau résumant l'état actuel de l'industrie des produits chimiques dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest.*

| PRODUITS | NOMBRE DE FABRICANTS | | | | PRODUCTION | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | N.-E. | Est | Centre | Ouest | | |
| Carbonate de soude | 3 | 1(?)[1] | 0 | 0 | 130 000 t. | Prod. tot. : 160 000 t. |
| Acide sulfurique | 0 | 1 | 7 | 5 | 145 000 t. | Dont { 110 000 E. et C. / 35 000 Ouest. |
| Acide azotique | 0 | 0 | 2 | 0 | 500 t. (2) | |
| Acide chlorhydrique | 0 | 0 | 1 | 0 | 20 000 t. | |
| Chlorure de chaux | 0 | 1(?)[1] | 1 | 0 | 2 000 t. | |
| Superphosphates | 0 | 2 | 10 | 3 | 235 000 t. | Dont { 200 000 E. et C. / 35 000 Ouest. |
| Chlorhydrate d'ammoniaque | 2 | 0 | 0 | 0 | 200 t. | |
| Sulfate d'ammoniaque | Plusieurs usines à gaz et quelques fabricants de cyanures. | | | | ? | |
| Acide fluorhydrique | 2 ou 3 | 0 | 1 | 0 | 270 t. | Dont 150 pr le Centre. |
| Iode | 0 | 0 | 0 | 5 | 35 t. | |
| Eau oxygénée | 0 | 0 | 5 | 0 | 21 900 hl. | |
| Sulfites | 0 | 0 | 1 | 0 | très faible | |
| Phosphore | 0 | 0 | 1 | 0 | 230 t. | C'est la produc. totale française |
| Acide carbonique liquide | 0 | 1 | 0 | 0 | ? | |
| Sulfure de carbone | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | Prod. totale : 6 000 t. |
| Silicates de potasse et de soude | 1 | 0 | 0 | 0 | ? | — |
| Chlorates de potasse et de soude | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 000 t. | — 3 850 t. |
| Permanganates | 1 | 1 | 0 | 0 | ? | — 150 à 160 t. |
| Ferrocyanure de potassium | 1 | 0 | 1 | 1 | 600 t. | — 1 500 t. |
| Carbure de calcium | 0 | 8 | 0 | 0 | ? | |
| Glycérophosphate de chaux | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | Production tot. : 6 t. |
| Carbonate de magnésie | 0 | 0 | 0 | 1 | ? | — 80 t. |
| Magnésie calcinée | 0 | 0 | 0 | 1 | ? | — 20 t. |
| Oxyde de zinc | 0 | 0 | 1 | 0 | 600 t. | — 3 200 t. |
| Sulfate de fer | 1 ou 2 | 0 | 1 | 1 | 5 000 t. | — 30 000 t. |
| Minium | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 300 t. | |
| Céruse | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 400 t. | |
| Acide oxalique | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 à 300 t. | Prod. tot. : 3 à 400 t. |
| Acide tartrique | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | — 6 000 t. |
| Acide citrique | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | — 500 t. |
| Méthylène-Régie | 3 | 5 | 7 | 3 | 945 000 hl | Dont { 120 000 N.-E. / 195 000 Est. / 390 000 Centre. / 240 000 Ouest. |
| Glycérine de stéarinerie | 0 | 4 | 1 | 2 | 1 228 t. | Dont { Est : 380 t. / Centre : 600 t. / Ouest : 120 t. |
| Brai | 0 | 0 | 5 | 0 | 12 000 t. | |
| Huiles légères | 0 | 0 | 5 | 0 | 4 000 t. | |
| Huiles lourdes | 0 | 0 | 5 | 0 | 0,4 t. | |
| Anthracène | 0 | 0 | 5 | 0 | 100 t. | |
| Naphtaline | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 800 t. | |
| Matières colorantes | 0 | 0 | 4 | 0 | » | |
| Extraits de bois | 0 | 0 | 1 | 0 | » | |
| Extraits tannants | 0 | 1 | 5 | 7 | » | |
| Parfums artificiels | 0 | 0 | 2 | 0 | » | |
| Vanilline | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | Production tot. : 10 t. |
| Produits pharmaceutiques | 1 | 4 | 10 | 1 | » | |
| Vernis | 0 | 1 | 6 | 0 | » | |
| Couleurs | 8 | 1 | 6 | 0 | » | |

(1) L'usine de la Volta Lyonnaise n'est pas encore entrée en fonctionnement.

(2) Une erreur s'est glissée dans le n° 9, p. 148. La production de l'acide azotique est de 500 tonnes et non de 1 200 tonnes.

En résumé, cette étude vient encore appuyer l'opinion que nous émettions au commencement de ce travail en disant que, s'il est incontestable que l'industrie chimique française offre de nombreux vides, elle présente aussi une force réelle qui lui permet, dans la plupart des cas, de soutenir honorablement la lutte.

Léon Guillet,
*Ingénieur des Arts et Manufactures,*
*Licencié ès Sciences.*

# CONGRÈS

## CONGRÈS DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE

Le Congrès des Mines et de la Métallurgie, organisé par une Commission que présidait M. Haton de la Goupillière, et qui avait comme secrétaire-trésorier M. de Castelnau et comme secrétaire général M. Grüner, s'est tenu à Paris, du 18 au 23 juin.

Ce congrès s'est ouvert, dans le Palais des Congrès, par une séance solennelle, au cours de laquelle le bureau a été constitué.

Il s'est divisé en deux sections : celle des Mines, qui a tenu ses séances dans la grande salle de la Société d'Encouragement, et celle de la Métallurgie, qui s'est réunie dans le local de la Société de Géographie.

Les matinées ont été consacrées à des promenades-visites par des groupes que pilotaient des commissaires, et que recevaient à leurs stands miniers ou métallurgiques les exposants. Les après-midi ont été fort bien remplies par des séances, au cours desquelles ont été faites de nombreuses et intéressantes communications, touchant les questions les plus actuelles des industries minière et métallurgique et dont nous allons essayer de définir l'essence.

**Section des Mines.** — I. — *Rapport sur l'Établissement des dynamitières*, par M. H. Le Chatelier, Ingénieur en chef des Mines.

Les Exploitants de Mines demandaient depuis longtemps l'autorisation d'avoir des dépôts souterrains pour éviter le transport continuel des explosifs de la surface au fond et la congélation de la dynamite en hiver. La Commission du grisou fut invitée par l'Administration à étudier la possibilité de cette installation, à voir notamment si le danger créé par elle, pour les ouvriers mineurs, n'était pas hors de proportion avec les avantages qu'elle réaliserait. Cette Commission demanda que des études expérimentales, indiquées par un rapport de Mallard, fussent entreprises par la Commission des substances explosives [1].

Les résultats obtenus conduisirent la Commission du grisou à formuler des règles, que M. H. Le Châtelier développe, et qu'il résume ainsi qu'il suit :

1° *Grands dépôts souterrains.* — Emploi d'un tampon obturateur faisant soupape et fermant instantanément la dynamitière en cas d'explosion, sans laisser sortir une quantité notable de gaz, de manière à éviter dans les galeries la propagation d'ondes gazeuses funestes ;

2° *Petits dépôts souterrains.* — Isolement des caisses dans des logements maçonnés, disposés de façon que l'explosion de l'une d'entre elles ne puisse se transmettre aux autres ;

3° *Dépôts superficiels.* — Couverture avec une épaisseur relativement faible de terre, qui suffit pour annuler tous les effets de l'onde gazeuse, sans donner cependant des projections solides à grande distance.

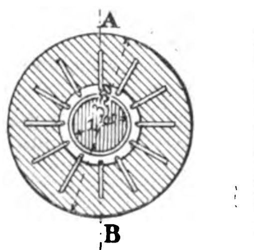



Fig. 1. — Coupe CD.

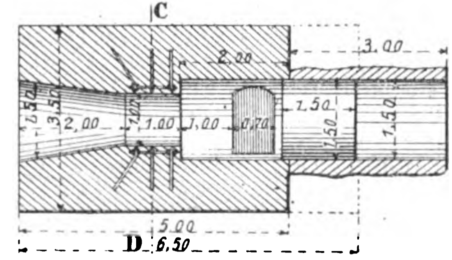



Fig. 2. — Coupe AB.

Fig. 1 et 2. — Massif de béton renfermant le dispositif obturateur d'une grande dynamitière souterraine.

Les figures 1 et 2 représentent le modèle d'un massif de béton renfermant un dispositif obturateur.

II. — Une circulaire ministérielle du 1er août 1890 a rendu obligatoire, dans les mines grisouteuses de France, l'emploi des explosifs de sûreté ; des arrêtés préfectoraux en ont étendu l'application aux mines à poussières inflammables.

M. Delafond, Inspecteur général des Mines, a cherché quels ont été les résultats de cette substitution. Trois explosifs ont été utilisés : les grisoutines, essentiellement constituées par un mélange d'azotate d'ammoniaque et de nitroglycérine ; les grisounites, qui appartiennent à la série des poudres Favier, et qui consistent en un mélange d'azotate d'ammoniaque et de binitronaphtaline ou de trinitronaphtaline ; le coton octonitrique, mélangé à de l'azotate d'ammoniaque. Ce sont surtout les grisoutines qui sont employées ; les grisounites le sont moins ; le coton octonitrique ne l'est pour ainsi dire pas.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 25, p. 393 et t. XXXVI, n° 2, p. 32.

Depuis 1892 jusqu'à la fin de 1899, il a dû être tiré avec ces explosifs environ 16 millions de coups de mine. De cette expérience déjà longue, il résulte que l'augmentation de dépense par tonne de houille extraite a été insignifiante, et qu'au point de vue de la sécurité, les résultats ont été très satisfaisants : aucun accident n'a été provoqué par les explosifs eux-mêmes, tandis que l'allumage des fourneaux par des mèches en a causé 5. Une circulaire ministérielle du 8 décembre 1899 a prescrit de ne plus faire usage que de procédés supprimant toute projection de flammèches, comme l'électricité, les amorces de friction.

MM. V. Watteyne, Directeur des Mines, et L. Denoel, Ingénieur au corps des Mines, à Bruxelles, ont marqué l'état de la question en Belgique. Là aussi on a adopté les explosifs de sûreté, mais avec une tendance marquée à réduire leur emploi. Les mines y sont divisées en 5 catégories, dont 4 de mines grisouteuses. Le règlement de 1895 a interdit :

1° L'emploi des explosifs lents (poudre noire, etc.) pour le coupage et le recarrage des voies des mines des deuxième et troisième catégories (franchement grisouteuses) ;

2° L'emploi des procédés d'amorçage susceptibles de projeter des flammes ou des matières en ignition en dehors des fourneaux, dans les mêmes mines et pour les mêmes opérations ;

3° L'emploi de *tous* explosifs pour les cas les plus dangereux de coupage et de recarrage des voies, dans les quatre catégories de mines à grisou ;

4° L'emploi du minage dans les endroits poussiéreux.

Ces prescriptions ont eu, paraît-il, une influence sensible sur la quantité et plus encore sur la qualité des explosifs employés dans les mines de houille belges.

III. — Une question pleine d'importance et d'actualité est celle de l'*emploi de l'électricité dans les mines ;* aussi a-t-elle été l'objet de deux communications, l'une de M. J. Libert, directeur des mines à Namur, l'autre de M. W. Wendelin, Ingénieur en chef de la Société Siemens et Halske.

Si on laisse de côté l'emploi de l'électricité pour les signaux, qui ne s'est pas répandu, et pour l'amorçage des fourneaux de mine, lié à la question des explosifs, il faut considérer ses applications à l'éclairage fixe ou portatif, à l'extraction, au roulage, à l'épuisement, à l'aérage, à la perforation des roches et au havage des couches.

M. Libert nous donne l'état de ces applications en Belgique. L'éclairage électrique souterrain, surtout l'éclairage portatif, ne s'y est guère développé. Il en est tout autrement de l'emploi de l'électricité pour l'extraction, le roulage, l'épuisement, la ventilation. Des essais satisfaisants de perforation mécanique ont été faits au charbonnage de Courcelles-Nord. Il n'y a pas de haveuse électrique en Belgique.

La plupart de ces installations utilisent le courant continu à 500 ou 650 volts ; quelques-unes emploient les courants triphasés de 500, 600, 1 000 et 2 000 volts (pour ces dernières tensions, les installations ne sont qu'en montage). M. Libert estime qu'au triple point de vue de la sécurité, de l'économie et du bon fonctionnement, l'avenir appartient aux courants polyphasés.

M. Wendelin étudie la question au point de vue général. Il évalue à 500 environ le nombre des installations électriques minières en Europe ; en Amérique, il est certainement beaucoup plus considérable. Ces installations devraient même, si on en croit M. Wendelin, s'étendre aux mines grisouteuses. Cet ingénieur estime qu'elles y seraient sans danger, à condition d'être soigneusement établies, et sous réserve « que pendant le fonctionnement on prenne la précaution de vérifier, dans les galeries souterraines où l'installation doit fonctionner, la présence du gaz $CH^4$ et de suspendre tout travail si l'on arrive à constater que la teneur de ce gaz dans l'air dépasse 1,5 % ». Quoi qu'il en soit, il prévoit pour les installations électriques un énorme développement.

La France semble vouloir entrer résolument dans cette voie : la Compagnie des mines de Vicoigne et Nœux a exposé une locomotive électrique souterraine à accumulateurs ; celle de Lens a installé à l'Exposition minière du Trocadéro un traînage électrique à trolley. Nous avons visité, il y a quelques mois, à la Grand'Combe, une très belle installation électrique, comprenant notamment un treuil électrique de 100 chevaux, qui détient, croyons-nous, le record de la puissance, au moins en Europe.

IV. — Nulle part, dans notre vieux monde, sauf pourtant en Angleterre, n'est utilisée la haveuse électrique. Il en est tout autrement aux États-Unis, comme nous l'a montré la communication de M. A. Bachellery, Ingénieur au corps des Mines de France : concurremment avec les haveuses percutantes à air comprimé, les haveuses électriques à chaîne y sont fort employées. Ces haveuses sont presque toutes actionnées par des courants continus, parce que les Compagnies qui les ont installées ont aussi des traînages électriques ; pourtant l'emploi des courants polyphasés serait très avantageux.

M. Bachellery attribue au grand développement du havage méca-

nique l'élasticité très grande de la production des houillères, qui lui a permis de doubler en dix ans, de suivre toujours les besoins de la consommation et d'assurer ainsi au cours du charbon une stabilité remarquable, que le vieux continent peut, tout spécialement à l'heure actuelle, envier au nouveau.

V. — M. N. Pellati, Inspecteur général des mines, en Italie, a présenté, au nom des Ingénieurs de Carrare, certains dispositifs capables d'étendre et de faciliter l'usage du fil héliçoïdal pour la taille du marbre en roche.

X. — M. Pellati a décrit la *préparation mécanique des minerais métalliques en Sardaigne.* Il faut surtout noter, dans sa communication, la description des appareils imaginés par les exploitants de cette île et qui sont presque tous exposés en nature ou par des dessins au Pavillon italien de l'avenue de Suffren : tamis inclinés à vibrations de MM. Guido et Luigi Sanna, hydroclasseurs, cribles hydrauliques et table oscillante de M. Ferraris, directeur de Monteponi, trieuse magnétique.

XI. — Cette dernière machine nous amène tout naturellement à parler du *procédé Wetherill,* qui a été décrit par M. Smits, Ingénieur des Arts et Manufactures, à Dusseldorf. On en connaît le principe : séparer toute une série de minéraux regardés jusqu'ici comme non magnétiques, en les faisant passer dans des champs puissants, et en les partageant en classes de différente perméabilité. Wetherill emploie un électro-aimant dont les pôles sont effilés en forme de coin et peuvent être éloignés ou rapprochés : les minéraux les plus fortement perméables, sous l'action de l'électro, s'écartent de la direction imprimée par les transporteurs à la masse et se séparent de celle-ci. L'appareil peut recevoir divers disposifs que représentent schématiquement les figures 3 à 5.

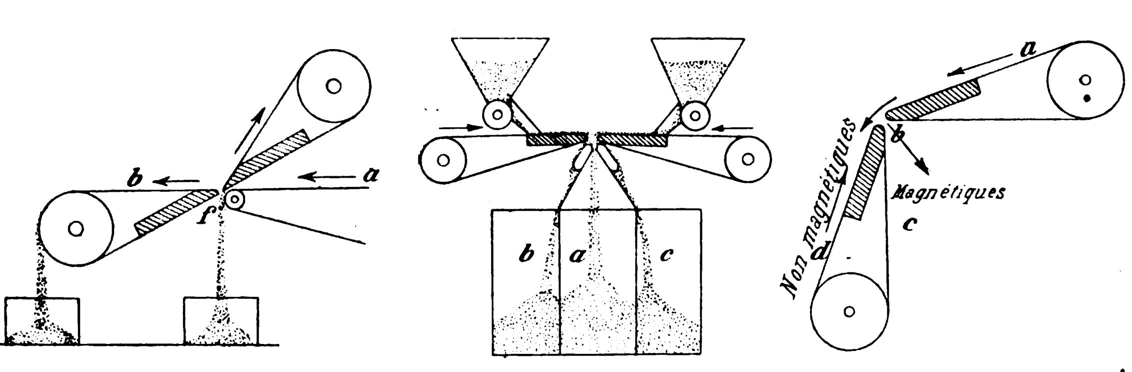



Fig. 3. — Le chargement se fait en *a*; le champ magnétique fait passer les parties perméables, du ruban *a* sur le ruban *b*, tandis que les minéraux diamagnétiques et moins perméables tombent en *f*.

Fig. 4. — Les parties paramagnétiques tombent en *b* et *c*, les minéraux diamagnétiques en *a*.

Fig. 5. — Le chargement se fait en *a*; les parties perméables reçoivent en *b* un petit écart et arrivent en *c*, tandis que les substances diamagnétiques tombent en chute libre en *d*.

Fig. 3, 4 et 5. — Dispositions schématiques d'un appareil Wetherill, pour la préparation magnétique des minerais.

Les parties hachurées représentent les pôles de l'électro-aimant. Les flèches donnent la direction du mouvement des rubans de transport.

VI. — M. P. Petit, Ingénieur en chef de la Société des Houillères de Saint-Étienne, est l'auteur d'une *Étude sur l'aérage des travaux préparatoires dans les mines à grisou,* œuvre très importante, que nous ne pouvons songer à analyser ici, et dont nous nous contenterons de citer la conclusion dominante, qui est « l'affirmation de cette idée que, dans la création des grandes artères d'une mine, puits ou traçages d'aménagement, il faut tenir un large compte des suppléments de frais qu'entraînent, pour la ventilation, les circuits très résistants ».

VII. — M. N. Kotsowsky, Ingénieur des Mines, professeur à l'Institut des Mines de l'Impératrice Catherine II, a entretenu le Congrès de la *Composition de l'air des mines dans le bassin du Donetz.*

VIII. — Trois Ingénieurs ont étudié les *conditions d'exploitation à grande profondeur :*

M. L. Poussigue, directeur de la Société des Houillères de Ronchamp, après avoir marqué que la zone limite à laquelle on devra s'arrêter ne sera pas marquée par l'impossibilité d'extraire les produits, mais par des difficultés d'un autre genre, notamment par la haute température des roches, étudie : 1° les moyens de combattre la haute température des chantiers ; 2° les procédés d'extraction.

M. S. Stassart, professeur d'exploitation à l'École des Mines du Hainaut, a défini les conditions d'exploitation à grande profondeur en Belgique. Pour lui, la limitation des travaux en profondeur est déterminée uniquement par l'élévation de la température des atmosphères souterraines. Il évalue, pour le bassin houiller du Borinage, à 55°6 et à 32m50, la température des roches et la valeur moyenne du degré géothermique, à la profondeur de 1 500 mètres. Il considère celle-ci comme la limite actuellement accessible à l'ouvrier. L'emploi de l'air liquide comme réfrigérant résoudra peut-être la question de l'accessibilité à de plus grandes profondeurs ; bien avant que cette éventualité se produise, il deviendra probablement l'adjuvant frigorifique du courant d'air pour les travaux moins profonds.

M. J. Hrabak, conseiller impérial et royal à Pzibram, a étudié la question au point de vue de l'extraction. Il propose une méthode permettant de réaliser une extraction intensive à 2 200 mètres de profondeur et une extraction modérée à 2 700 mètres ; elle comporte deux appareils d'extraction, tous les deux établis au jour, mais faisant le service, l'un du fond à un niveau intermédiaire, l'autre de ce niveau à la surface ; elle exigera l'exécution de tambours spiraloïdes ayant 11 mètres de diamètre et au moins 3 mètres de largeur. Une machine d'extraction souterraine, mue par l'électricité, permettrait de descendre encore de quelques centaines de mètres et d'aller chercher des minerais riches à 3 000 mètres, si des raisons d'un autre ordre ne s'y opposaient pas.

IX. — M. A. H. Wedding, professeur à l'Académie des Mines et au Polytechnicum de Berlin, a traité de la *séparation magnétique des minerais de fer.*

**Section de la Métallurgie.** — I. — M. Hubert, directeur des mines, chargé de cours à l'Université de Liège, a traité la question si actuelle de *l'utilisation directe des gaz de hauts fourneaux pour la production de la force motrice.* Jusqu'à ces dernières années, ces gaz n'étaient employés qu'au chauffage de l'air soufflé dans les hauts fourneaux, et des chaudières alimentant les diverses machines qui desservent ces derniers : machines soufflantes, monte-charges, pompes, etc.; le surplus restait inutilisé. L'avantage énorme qu'il y aurait à brûler les gaz perdus, et même ceux qui servent actuellement au chauffage des chaudières, dans le cylindre d'un moteur, comme on commence à le faire (1), résulte de différents calculs exposés par M. Hubert. En admettant que, par tonne de fonte, après déduction des pertes et de la quantité de gaz nécessaire au chauffage de l'air soufflé, on puisse compter sur un volume de 2 400 mètres cubes de gaz, on arrivera à lui faire produire dans un moteur 32 chevaux, au lieu des 12,5 qu'il développerait au maximum en le brûlant dans le foyer d'une chaudière.

M. Hubert, passant en revue les objections faites à cet emploi des gaz, tirées de leur faible pouvoir calorifique, de leurs variations de composition et de pression, des quantités relativement considérables de leurs poussières et de leur vapeur d'eau, de la difficulté qu'on éprouve à mettre en marche les gros moteurs à gaz, montra que ces difficultés avaient été vaincues par de judicieuses modifications apportées à la construction de ces moteurs.

Il a fallu ensuite créer une machine soufflante s'accommodant de la grande vitesse des moteurs à gaz, d'ailleurs diminuée à mesure que s'augmentait leur puissance. MM. Delamare-Deboutteville et la Société Cockerill ont su réaliser une machine soufflante à gaz, actionnée par un moteur Simplex de 600 chevaux, analogue à celle qui est exposée à Paris et dont le *Génie Civil* a donné une description (2), et sur laquelle M. Hubert a fait, les 20 et 21 mars 1900, des essais fort concluants.

Indépendamment du moteur Simplex, deux autres types sont aussi employés : un moteur Otto à quatre temps, mais à deux cylindres, et le moteur à deux temps de M. Von Œchelhaüser. M. Hubert est, avec M. Witz, peu partisan du cycle à deux temps.

La conclusion, à notre avis fort légitime du travail de M. Hubert, est que, si la fonte ne doit pas devenir, comme le voudrait une boutade célèbre, un simple sous-produit du haut fourneau, le temps est proche où chacun de ces immenses appareils constituera un centre de force et de lumière.

II. — M. L. Babu, professeur de métallurgie à l'École des Mines de Saint-Étienne, a fait, sur la *fabrication et le travail des aciers spéciaux,* une très intéressante communication, qui sera d'autant plus appréciée

(1) Voir le *Génie Civil,* t. XXXIII, n° 3, p. 40, n° 12, p. 181 et n° 13, p. 197 ; t. XXXVII, n° 3, p. 39.

(2) Voir le *Génie Civil,* t. XXXVII, n° 3, p. 39.

qu'elle traite une catégorie de sujets sur lesquels les métallurgistes sont fort avares de renseignements. Cette communication très documentée ne saurait être résumée en quelques lignes. Nous ne saurions trop en recommander la lecture à ceux que la question intéresse.

III. — M. Rocour, administrateur délégué de la Société des Forges Aciéries du Nord et de l'Est, avait envoyé une intéressante note sur *l'état actuel de la fabrication du métal Thomas et ses conséquences sur le puddlage*. Cette note donne d'abord, sur la progression du métal Thomas, quelques chiffres éloquents :

| Années. | Fonte. | Acier — Total. | Acier — Basique. |
| --- | --- | --- | --- |
| | tonnes. | tonnes. | tonnes. |
| 1889 | 23 600 000 | 10 450 000 | 2 300 000 soit 22 °/₀ |
| 1899 | 41 000 000 | 27 000 000 | 12 700 000 — 47 °/₀ |

La production de l'acier basique a donc plus que quintuplé, dans cette période de dix années, tandis que celle de l'acier acide n'a même pas doublé.

Ce grand développement est-il dû à quelque amélioration sérieuse du procédé Thomas, soit technique, soit économique ? M. Rocour l'attribue plutôt à des perfectionnements de détail, à l'introduction de quelques procédés spéciaux : *mixer* pour régulariser les coulées ; procédé Darby pour introduire du carbone dans l'acier et le rendre ainsi propre à la fabrication des rails ; addition d'aluminium, de carbure de calcium, pour empêcher les soufflures.

En présence de ce développement toujours croissant de l'acier Thomas, que va devenir l'ancienne métallurgie du fer ? M. Rocour estime :

1° Que la fabrication du fer se maintiendra pour le remaniage des mitrailles de fer en petits profils, tant que l'acier ne dominera pas trop dans les riblons du commerce ;

2° Que le puddlage disparaîtra le jour où les aciéries abaisseront leurs prix vers les limites qu'il leur est possible d'atteindre ;

3° Que les diverses fabrications des produits courants laminés tendront à se concentrer en quelques grandes usines travaillant en Bessemer Thomas dans les meilleures conditions économiques possibles ;

4° Que le procédé Siemens gardera le monopole des produits de qualité.

Après cette communication qu'il considérait comme un panégyrique un peu outré de l'acier basique, M. Escalle fils, Ingénieur de la Société des Aciéries de France, est venu affirmer le droit à l'existence de l'acier acide.

IV. — M. A. Tissot, Ingénieur civil, a décrit *l'état actuel de ces moulages d'acier*, dont l'Exposition offre de si beaux spécimens. Plusieurs causes d'insuccès s'ajoutaient pour rendre difficile leur exécution : température élevée du point de fusion (1 450 à 1 500°), gênant beaucoup l'arrivée dans toutes les parties du moule du métal suffisamment fluide ; retrait considérable occasionnant des criques, des tapures, parfois un retassement ; soufflures persistant par suite de l'absence de tout forgeage. M. Tissot montre comment on est arrivé à les supprimer ou à en éviter les effets nuisibles par de multiples précautions : préparation d'un sable assez gras pour permettre les diverses opérations du moulage, assez réfractaire pour supporter la température élevée du métal coulé ; application de nervures pour maintenir les lignes sujettes à cassures ; étude des masselottes ; application de la machine à mouler ; refroidissement brusque des moulages recuits, arrêté au point où ils pourraient amener des tensions moléculaires nuisibles. Une large part dans le succès revient à la perfection très grande à laquelle les métallurgistes ont amené la fabrication de l'acier.

M. Tissot énumère les nombreux emplois assurés dès maintenant à l'acier moulé, dans l'agriculture, la ferronnerie, la construction des cycles et automobiles, l'industrie des cloches en acier, la construction des charpentes, des ponts (1), des cylindres de presse hydraulique, des arbres coudés, des bâtis de machines, des matériels fixe et roulant des chemins de fer, l'artillerie. Sa production a monté de 30 000 tonnes, en 1889, à plus de 200 000, en 1899.

V. — M. Martin Szymanowski, Ingénieur des Mines, a défini ensuite *l'état actuel de la métallurgie du fer dans le midi de la Russie, notamment à Krivoï-Rog*, cette localité, inconnue il y a vingt ans, aujourd'hui célèbre par la richesse de ses gisements de minerai de fer qui, de concert avec la houille du Donetz, encore insuffisamment exploitée, assurent l'existence de l'industrie métallurgique du pays pour une trentaine d'années au moins.

Sans méconnaître les conditions désavantageuses de la région : pénurie des sources aquifères et des voies fluviales, insuffisance et mauvaise organisation des chemins de fer, défaut de la législation russe qui attribue la propriété de la mine au propriétaire du sol, M. Szymanowski peut prédire une marche toujours ascendante à cette industrie du fer, qui s'est si bien développée depuis qu'elle est protégée par des droits bienfaisants.

(1) Voir dans le *Génie Civil*, la fabrication des arcs du pont Alexandre III (t. XXXV, n° 11, p. 165).

VI. — M. Héroult, directeur de la Société électro-métallurgique de Froges, a parlé de *l'aluminium à bon marché*.

En 1886, ce métal était uniquement fabriqué à Salindres (Gard), par trois ouvriers, qui suffisaient à la production des 1 500 kilogr. constituant toute la consommation du monde ; il coûtait 80 francs le kilogramme. En 1899, 4 000 personnes et 50 000 chevaux hydrauliques ont été employés à la préparation des 5 000 tonnes consommées pendant l'année ; le kilogramme ne coûte plus que 3 francs. Et encore le dernier mot n'est-il pas dit ! Après avoir brièvement mentionné les essais de Loutier, Lossier, Craban, Graetzel, Minet, Kleiner et des frères Cowles, M. Héroult passe au seul procédé actuellement employé, qui consiste à décomposer électrolytiquement, dans un vase en charbon, de l'alumine en solution dans la cryolithe fondue, au moyen d'une anode combustible en charbon. Ce procédé, breveté en 1886, est le procédé Héroult, connu en Amérique sous le nom de procédé Hall.

En France, les usines de Saint-Michel-de-Maurienne, Froges, la Praz ; en Suisse, en Allemagne et en Autriche, celles de Neuhausen, Rheinfelden, Gastein ; en Écosse et en Amérique, les usines de Foyers et de Niagara-Falls, fabriquent le nouveau métal.

VII. — M. Bousquet, Inspecteur des mines de la République sud-africaine, a exposé le traitement des minerais d'or par le procédé de la cyanuration, tel qu'il est employé au Transvaal et qu'on peut le voir fonctionner en ce moment au Trocadéro.

VIII. — M. L. Pelatan, Ingénieur civil des Mines, a envoyé une communication sur les perfectionnements dont est susceptible le traitement classique de la cyanuration.

IX. — On comprend l'intérêt du métallurgiste à connaître les lois suivant lesquelles s'opère l'écoulement de la matière dans les métaux qu'il a fabriqués, pendant qu'il leur donne leurs formes commerciales. Aussi n'était-ce pas sortir du cadre du Congrès que de décrire, comme l'a fait le commandant Hartmann, les *phénomènes qui accompagnent la déformation permanente des métaux*.

M. le capitaine Duguet, dans une étude publiée par la *Revue d'Artillerie* en 1882, avait signalé que la rupture d'une éprouvette de métal tendait toujours à se produire suivant deux systèmes conjugués également inclinés sur l'axe de ces éprouvettes. A l'étranger, quelques travaux avaient été tentés sur des points tout spéciaux à la question.

De son côté, le commandant Hartmann a effectué, à la section technique de l'Artillerie, de 1892 à 1895, un ensemble de recherches sur les effets produits par tous les genres d'efforts que le métallurgiste peut avoir à considérer : extension, compression, flexion, emboutissage, mandrinage, etc., à diverses températures, en procédant par chocs aussi bien que par efforts lents. Ce sont les résultats de ces expériences qu'il a résumés au Congrès :

1° Les déformations permanentes sont réparties dans des nappes non jointives, séparées les unes des autres par des régions ne travaillant qu'élastiquement, le nombre des nappes et leur intervalle dépendant de l'intensité de l'effort exercé ;

2° Ces nappes coupent les surfaces libres suivant des courbes qui font en tous leurs points un angle constant avec la direction de l'effort. Suivant les cas, cet angle est $\alpha$, $(90° + \alpha)$ ou $(90° - \alpha)$, $\alpha$ étant une caractéristique de la matière, qui constitue le corps considéré.

Tel fut en substance ce Congrès, parfaitement organisé et qui a touché à tant de questions utiles. Nous ne doutons pas qu'il n'ait un retentissement salutaire sur les deux grandes industries, auxquelles il était consacré. Nous n'exprimerons qu'un regret, c'est que les intéressantes communications auxquelles il a donné lieu, dont les textes avaient été pour la plupart imprimés et distribués aux congressistes, n'aient pas été suivies, au moins dans la section de métallurgie à laquelle nous étions attaché, de discussions aussi étendues que le faisait espérer le groupement de tant de spécialistes compétents.

Gérard Lavergne,
*Ingénieur civil des Mines.*

## VARIÉTÉS

### Appareils du steamer « Cardium » pour l'emploi du combustible liquide.

Le steamer anglais *Cardium* est un navire-réservoir destiné au transport du pétrole. C'est un des plus grands bateaux de ce type, sa longueur étant de 125 mètres et son tonnage de près de 9 000 tonneaux. Sa machine est du type à triple expansion ; les cylindres ont 0m 71, 1m 17 et 1m 96 de diamètre avec une course commune de 1m 22. La vapeur leur est fournie par trois chaudières cylindriques,

multitubulaires, timbrées à 12k 6. Une chaudière supplémentaire, installée sur le pont principal, alimente les services auxiliaires. Les

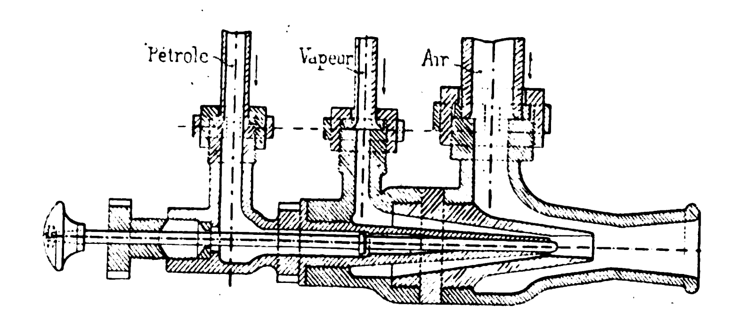



Fig. 1. — Brûleur Orde pour combustible liquide.

foyers de toutes ces chaudières sont installés pour brûler, soit du charbon, soit du combustible liquide.

La vapeur qui sert à produire la pulvérisation, est chauffée par son passage d'abord à travers un serpentin placé également dans la boîte à fumée et ensuite à travers un tuyau disposé dans le foyer; elle pénètre alors dans la petite chambre collectrice, d'où elle se rend surchauffée au brûleur dans lequel elle se mélange au combustible liquide chaud ou vaporisé.

A l'intérieur du foyer est installé un second tube dont une des extrémités s'ouvre à l'air libre; ce tube est destiné à chauffer l'air qui le traverse et qui pénètre par son autre extrémité dans la petite chambre collectrice, d'où il se trouve aspiré par le brûleur.

On voit que l'huile réchauffée ou vaporisée, la vapeur surchauffée et l'air chaud se mélangent dans les brûleurs avant d'être injectés dans le foyer.

Le chauffage préalable du pétrole et de l'air et le surchauffage de la vapeur ont pour effet de déterminer une combustion complète. De plus, le refoulement sous pression du pétrole chaud ou vaporisé dans le foyer évite l'obstruction des brûleurs par les corps étrangers ou les dépôts qui pourraient être contenus dans le pétrole; il facilite, en outre, la pulvérisation ou la vaporisation du pétrole, et tend, par suite, à réduire la quantité de vapeur qu'il faut consommer pour réaliser cette opération.

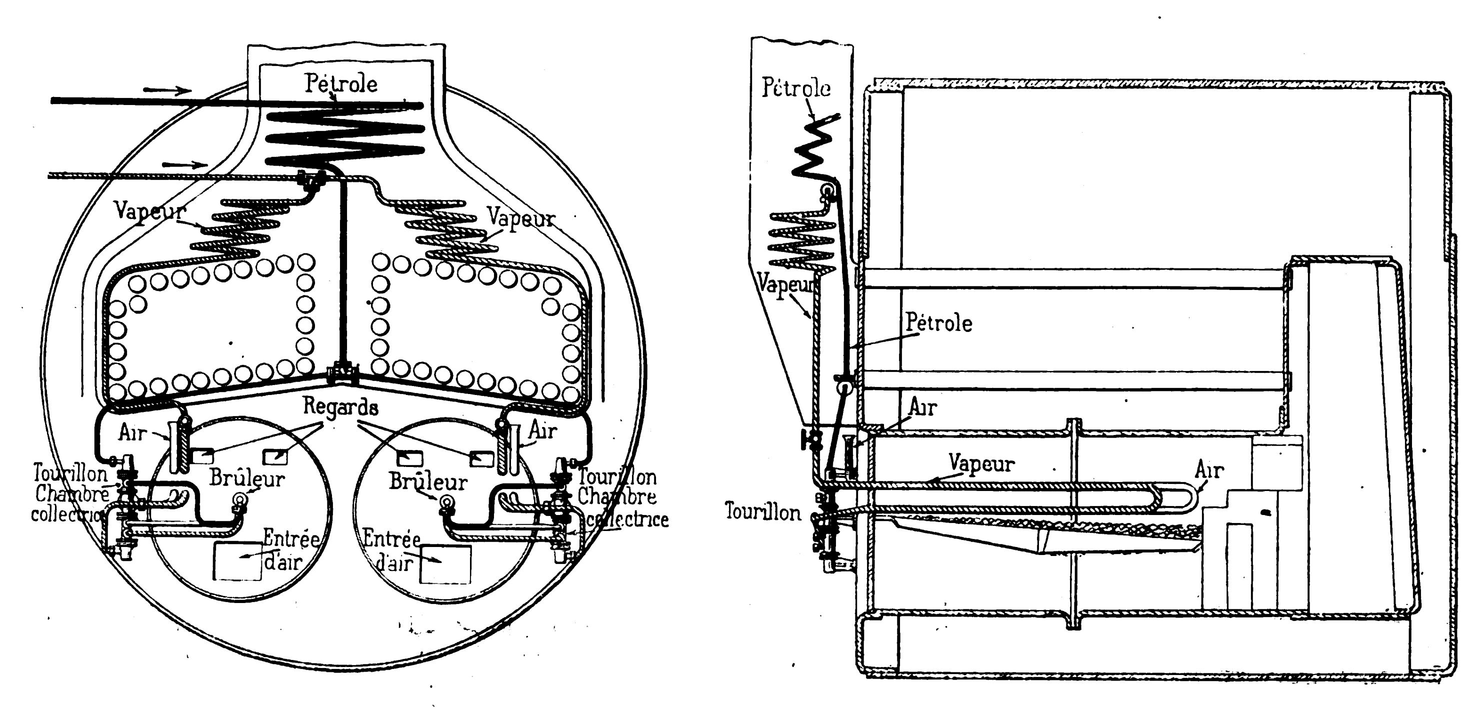



Fig. 2 et 3. — Foyer de chaudière disposé pour l'emploi des combustibles soit liquides, soit solides, à bord du *Cardium*.

On vient de soumettre ce navire à des essais en employant comme combustible du pétrole de Bornéo. Les points les plus intéressants dans ces essais étaient les nouveaux brûleurs et les dispositifs imaginés par M. Orde, dans le but de permettre de brûler indistinctement sous les chaudières, à un instant quelconque, soit du charbon, soit du combustible liquide. Nous en empruntons la description à l'*Engineer*.

Grâce à ces dispositifs, le changement peut s'opérer rapidement et à peu de frais. Les barreaux de grille restent dans le foyer quand on emploie le combustible liquide, mais ils sont recouverts d'une couche épaisse de fragments de briques réfractaires, à travers lesquels passe l'air venant du cendrier; ces fragments de briques s'échauffent au rouge blanc et constituent une masse incandescente qui chauffe l'air à son passage à travers la grille, et qui, en même temps, achève d'effectuer la combustion du combustible liquide ou des gaz qui viennent à son contact.

Lorsque, au lieu de combustible liquide, on veut brûler du charbon, il suffit de déplacer les brûleurs et leurs accessoires et d'extraire du foyer les fragments de briques réfractaires.

Les brûleurs Orde sont de petites dimensions (fig. 1) et ils sont disposés de manière à permettre un réglage facile de l'alimentation du combustible liquide.

A bord du *Cardium*, le combustible liquide est amené des soutes, au moyen de pompes, dans un réservoir de décantation. Ce réservoir est muni d'un tube de trop-plein, de telle sorte que si l'on fait fonctionner les pompes après qu'il est rempli, le combustible liquide retourne aux soutes. Un indicateur de niveau à tube de verre permet, d'ailleurs, de voir à chaque instant le niveau dans le réservoir.

Une petite pompe aspire ensuite le combustible liquide contenu dans ce réservoir intermédiaire et le refoule, à une pression d'environ 4kg 2 par centimètre carré, à travers un serpentin placé dans la boîte à fumée de la chaudière (fig. 2 et 3). L'huile ainsi réchauffée traverse une petite chambre collectrice et arrive aux brûleurs, où elle rencontre le jet de vapeur surchauffée et d'air chaud qui est lancé dans le foyer.

---

### Nouveau système de diffuseur pour sucreries.

Les diffuseurs employés dans l'industrie de la sucrerie sont des appareils dans lesquels s'obtiennent les jus sucrés par l'action de l'eau chaude sur les betteraves préalablement découpées, dans les coupe-racines, en cossettes ou lanières minces d'une épaisseur de 1 millimètre environ. Ces diffuseurs, dont la capacité varie de 20 à 40 hectolitres, sont employés par batteries de 10 à 14, et sont reliés par des tuyauteries où se fait la circulation des jus sucrés et de l'eau.

Le nouveau diffuseur représenté sur les figures 1 et 2, empruntées au *Praktische Maschinen-Constructeur*, a précisément pour objet d'éviter l'emploi de ces batteries de diffuseurs. Les cossettes peuvent être épuisées, grâce à cet appareil, en une seule opération, par suite du long trajet qu'on leur fait parcourir au contact de l'eau. La diffusion est d'ailleurs facilitée par d'énergiques brassages mécaniques et par une forte compression des cossettes.

Dans cette installation, les coupe-racines *a* débouchent dans une trémie *a'* placée au-dessous. Cette trémie amène les cossettes dans le diffuseur *c*, après leur avoir fait traverser un conduit long et étroit *b*, dans l'axe duquel est installé un transporteur héliçoïdal. Les cossettes sont, dans ce passage, comprimées de telle façon qu'elles forment une sorte de garniture étanche isolant les coupe-racines du diffuseur où l'on maintient le vide. Le diffuseur est muni des appareils habituels, tels que thermomètres, manomètres, etc. La tubulure *d* sert à l'écoulement des jus sucrés; les robinets *e* et *e'* sont des robinets à air, le dernier communiquant avec un des condenseurs des machines motrices et servant à maintenir dans le diffuseur un certain degré de vide.

A la partie inférieure du diffuseur se branche une étroite tubulure *g* qui conduit les cossettes dans un mélangeur horizontal cylindrique *h*. Un transporteur héliçoïdal *i* installé dans la tubulure *g*, détermine

une énergique compression des cossettes, tandis que sur le même axe, dans la capacité *h*, des palettes *k* font un brassage énergique de la masse. Les cossettes, comprimées dans le conduit *g*, s'opposent au passage de l'eau qui circule méthodiquement en sens inverse, de sorte que cette eau, déjà fort chargée de sucs en ce point, se rend par la tubulure *l* dans un réchauffeur pour être ramenée par la tubulure *f*,

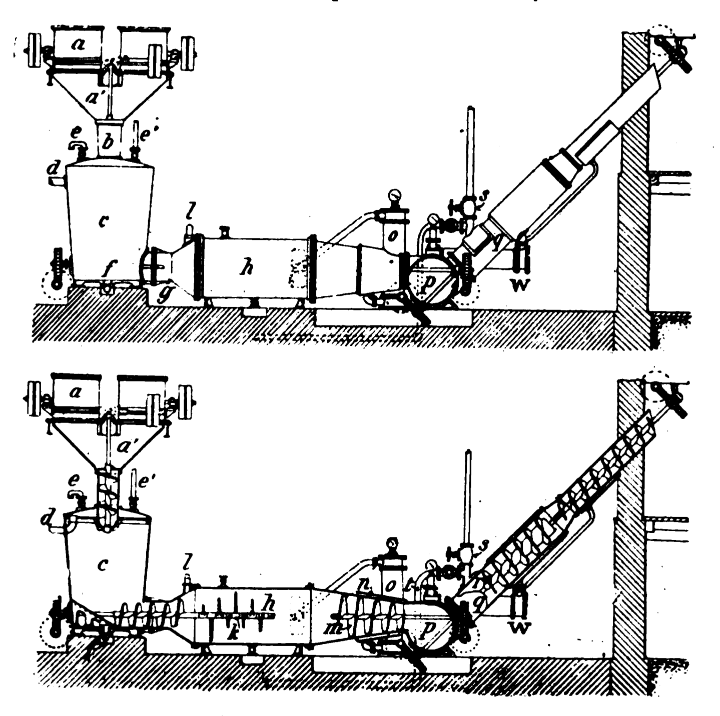


Fig. 1 et 2. — Élévation et coupe longitudinale du diffuseur.

à la partie inférieure du diffuseur. Le corps cylindrique *h* se termine par une capacité conique où les cossettes sont reprises par un transporteur héliçoïdal *m* et amenées sous une pression croissante dans le cylindre-réservoir *p*.

A l'extrémité de la capacité tronconique dont la paroi, en ce point, est percée de trous, on dispose une tôle *n* formant enveloppe, dans laquelle se rassemble le jus résultant de la compression des cossettes. Ce jus passe dans un réchauffeur *o*, d'où il est ramené dans le mélangeur *h*. Les cossettes sont enlevées du réservoir *p* dans un conduit incliné *q*, par l'effet de transporteurs héliçoïdaux qui les conduisent dans des magasins où on peut leur faire subir une dernière compression dans des presses du genre Klusemann, ce qui est, en général, inutile étant donnée la compression à laquelle on a déjà soumis ces cossettes en différents points de leur passage dans l'appareil que nous venons de décrire.

La circulation de l'eau se fait, dans cet appareil, en sens inverse de celle des cossettes, sans que l'on ait besoin de faire agir des pompes, cette eau arrivant par la tubulure *s* d'un réservoir placé à un niveau supérieur. Les jus sont repris à divers degrés de concentration pour être réchauffés, comme dans les procédés ordinaires où l'on emploie des batteries de diffuseurs. De plus, le fonctionnement de ce nouveau diffuseur semble montrer que l'épuisement des cossettes est plus complet. Un appareil de ce genre a été installé récemment à Ustie, en Russie.

### Le pavage en bois de massaranduba.

Dans le Nord du Brésil, en particulier à Para, la pierre de taille n'existe pour ainsi dire pas et presque tous les pavés en pierre sont importés du Portugal ou d'ailleurs, généralement en qualité de lest.

Aussi a-t-on cherché à y remplacer le pavage en pierre par le pavage en bois, ce qui était d'autant plus facile que le pays est riche en bois les plus variés. Parmi les divers bois qui ont été expérimentés, celui qui s'est montré le plus avantageux est celui du massaranduba (ou maçaranduba) provenant du *Mimusopo ellata*, de la famille des Sapotacies. L'arbre en question a une hauteur de 20 à 25 mètres pour un diamètre de 1m5 à 3 mètres. Son écorce est riche en tanin et ses fruits renferment un suc laiteux qui se solidifie au bout de peu de temps d'exposition à l'air.

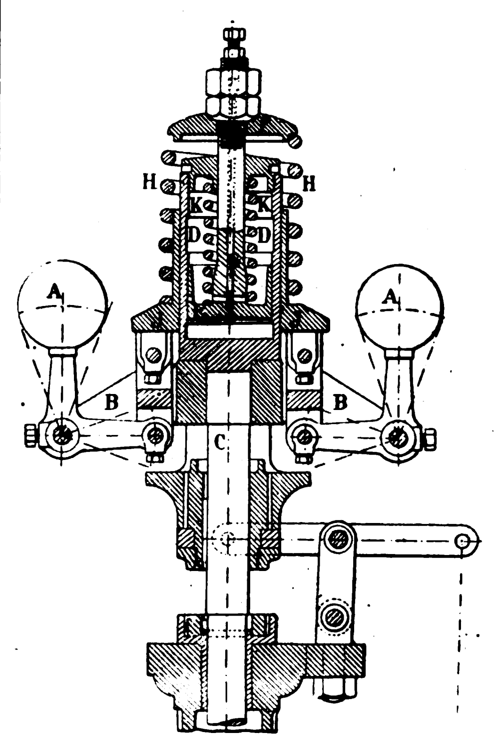
Il a été reconnu que le bois de massaranduba résiste bien à l'humidité et à la chaleur. Ce bois est, en effet, très dur et à fibres compactes; son poids spécifique est d'environ 1,15. En général, l'odeur qui se dégage durant les fortes chaleurs, au contact de l'humidité, de moisissures et de germes variés, est un obstacle à l'emploi de certains bois, mais pour le massaranduba cet inconvénient n'existe pratiquement pas. Ce bois est employé tel que, sans le traitement chimique spécial qui serait indispensable pour les bois d'Europe ou des États-Unis de l'Amérique du Nord.

Les pavés ont une teinte d'un rouge foncé. Leur résistance à la compression est assez considérable et peut atteindre 800 kilogr. par centimètre carré; de plus, elle ne diminue pas rapidement avec le temps.

Quoique l'on ne puisse pas dire que la matière soit réellement inépuisable, il y en a cependant assez pour que son emploi se généralise, et tout porte à croire que ce bois va être de plus en plus employé pour le pavage.

### Nouveau régulateur isochrone.

Avec les régulateurs isochrones, les boules sont, comme on le sait, sujettes à exécuter une série d'oscillations, à moins que l'on n'adopte des dispositifs spéciaux destinés à amortir ou à éteindre ces mouvements oscillatoires. D'autre part, avec les régulateurs non isochrones, la vitesse constante de la machine doit être plus considérable dans le cas d'une faible charge que dans celui d'une forte charge, car la machine doit tourner plus vite que sa vitesse normale, afin de maintenir les boules dans la position qui réduit l'admission de vapeur.




Nouveau régulateur isochrone.

Dans le nouveau régulateur isochrone, représenté par la figure ci-jointe, que nous empruntons à l'*Engineering*, les mouvements d'oscillation des boules sont évités, grâce à l'emploi de deux ressorts et d'un dashpot.

Les leviers coudés qui portent les boules A sont montés entre deux barres transversales BB, qui leur transmettent le mouvement de rotation de l'axe C du régulateur. La partie supérieure de cet axe C forme un cylindre D, dans lequel se déplace un piston E. La tige de ce piston, qui est creuse, traverse le couvercle du cylindre, et est munie à son extrémité d'écrous servant à régler la position de la plaque F. Le cylindre D est rempli d'huile, qui peut passer d'un côté à l'autre du piston par des orifices ménagés à cet effet. La rapidité de l'écoulement est déterminée par la tige G fonctionnant comme soupape, la position de cette tige étant réglable au moyen du boulon disposé à la partie supérieure de la tige du piston E; un petit ressort placé à l'extrémité inférieure de la tige G, tend à la soulever de son siège, dès que l'on desserre le boulon supérieur. Cet ensemble fonctionne comme un dashpot.

Le point caractéristique de ce régulateur consiste dans l'emploi de deux ressorts : l'un H, serré entre le manchon coulissant J et la plaque F, et l'autre K, entre le piston E et le couvercle du cylindre D. Il est évident que les deux ressorts doivent nécessairement être comprimés autant l'un que l'autre, ou, autrement dit, être en équilibre au repos, puisque l'huile contenue dans le cylindre permet au piston de se déplacer dans ce dernier, en s'écoulant d'un côté à l'autre du piston.

La résistance des ressorts équilibre exactement la force centrifuge des boules pour toutes les positions du manchon coulissant, lorsque la machine tourne d'une façon régulière à sa vitesse normale. Mais, si la vitesse de la machine s'accroît, les boules s'écartent et le manchon J comprime le ressort H. Celui-ci, s'appuyant contre la plaque F, tend, par suite, à son tour à comprimer le ressort K, mais cette compression du ressort intérieur se trouve amortie par la difficulté que l'huile contenue dans la chambre D éprouve à passer de l'autre côté du piston E, et, comme conséquence, le mouvement de la plaque F se trouve légèrement retardé. La compression du ressort H est donc plus grande qu'il ne faudrait pour correspondre à la nouvelle position du manchon J, si la machine tournait à son allure normale. De cette façon, tout déplacement exagéré des boules se trouve empêché, et il se passe un certain temps qui permet à la vitesse de la machine de décroître jusqu'à atteindre la normale, avant que la compression trop forte du ressort H ait diminué par suite de l'écoulement de l'huile du dashpot.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Société des Ingénieurs civils.

*Séance du 6 juillet 1900.*

**Présidence de M. G. Canet, Président.**

I. — M. Vierendeel, Ingénieur en chef du service technique de la Flandre occidentale (Belgique), expose la théorie complète du *Système de ponts* qu'il préconise.

Le *Génie Civil* a déjà signalé (1) ce système de ponts et charpentes qui consiste essentiellement, dans les constructions en fer et en acier laminé, à supprimer la barre diagonale des treillis rigides usuels et à ne conserver que les membrures supérieure et inférieure et les montants qui les relient.

M. Vierendeel estime qu'il utilise ainsi plus parfaitement la faculté constructive spéciale du fer et de l'acier laminé, grâce à laquelle les diverses parties assemblées par rivets sont parfaitement solidaires les unes des autres, comme si l'ossature était laminée d'une pièce. Il pense que le type de constructions à treillis rigides présente deux inconvénients fondamentaux : les nœuds rigides sont calculés comme s'ils étaient articulés, ce qui fausse tous les calculs de résistance; de plus, lors de leur montage, ces constructions subissent des fatigues initiales qui échappent à toute constatation directe. Dans ces conditions, les fatigues réelles des ponts en treillis ont une valeur souvent double de celles calculées.

M. Vierendeel montre qu'il évite tous ces inconvénients en supprimant la troisième barre qui est surabondante dans le treillis rigide tout comme la quatrième dans le treillis articulé.

Il donne quelques détails sur des expériences faites à Tervueren, ayant eu pour objet de soumettre un pont de son système à toute la série des épreuves jusqu'à la rupture. Il expose brièvement la méthode de calcul du nouveau type de pont et recherche quelle charge de sécurité on peut prendre et introduire dans les formules.

Les conclusions de M. Vierendeel reposent sur les trois faits suivants :

1° A Tervueren le pont en fer a fatigué à 7kg5 environ pendant deux mois sans donner le moindre signe de faiblesse et sans rien perdre de son élasticité ni de sa faculté de résistance;

2° L'expérience de Tervueren a montré que les fatigues du calcul sont celles qui réellement se produisent;

3° Il est acquis que les ponts en treillis travaillent couramment au double de leur fatigue de calcul.

Combinant ces trois faits et restant dans les limites d'une grande prudence, M. Vierendeel estime que la fatigue de sécurité à admettre dans les formules du nouveau type de pont peut dépasser de 50 °/. la fatigue admise dans les formules du type en treillis; c'est là un premier facteur d'économie.

Un second facteur est fourni par l'absence de la diagonale dont on économise toute la matière.

Un troisième résulte de ce que les montants n'étant pas soumis à la compression directe, sont soustraits à toute éventualité de flambage et n'exigent pas le supplément de matière requis pour résister à cette éventualité.

Des métrés comparatifs ont révélé que, à égalité de sécurité, il y a pour le nouveau système une économie de 15 à 25 °/. sur celui en treillis, selon l'importance et la destination des ponts.

Enfin, à égalité de poids et de coût, on trouve que dans le nouveau système, la limite d'élasticité est atteinte à environ deux fois et demie la surcharge d'épreuve et dans celui en treillis à une fois et demie; il y a donc, en faveur du nouveau système, un supplément de sécurité de 66 °/.

M. Bodin ne pense pas qu'au montage le réglage des pièces de pont soit facilité par le système Vierendeel. L'opération préalable du brochage serait rendue au contraire plus difficile, car aucune pièce oblique ne vient régler les montants, avant la mise en place de la bride supérieure du tablier métallique. Quant aux efforts secondaires qui se développent dans les ponts, on en tient suffisamment compte dans le système à treillis en étudiant les détails des attaches des barres de treillis aux âmes. Le pont préconisé par M. Vierendeel ne serait d'ailleurs pas exempt des efforts secondaires qui se développent par le brochage.

M. Bodin énumère les dispositifs employés en ces dernières années pour diminuer les efforts secondaires : emploi de barres renflées au milieu et diminuées aux attaches; emploi d'assemblages flexibles, préconisés par M. Mesnager, etc. Il montre ensuite que pour reporter sur une bride un effort agissant sur un montant, il vaut mieux employer un montant avec une oblique qu'un simple montant encastré dans la bride.

M. F. Chaudy estime que la *poutre à arcades* préconisée par M. Vierendeel est parfaitement résistante au même degré que la poutre à treillis, mais qu'il y a lieu de discuter sur l'économie comparative des deux systèmes. Il montre que, dans la poutre à treillis, les efforts principaux sont des efforts de tension dans la diagonale, tandis que dans la poutre à arcades, les efforts principaux sont des efforts de flexion. Or, la matière est toujours mieux utilisée quand on la fait travailler à la compression ou à la traction directe que lorsqu'on la fait travailler à la flexion puisque, dans ce dernier cas, les fibres du métal travaillent d'autant moins qu'elles sont plus voisines de la fibre neutre, alors que, dans le premier cas, toutes les fibres travaillent également. Il apparaît donc que le système le plus économique est le système à treillis, employé sans avoir de mailles d'ouvertures exagérées. De plus, la main-d'œuvre paraît devoir être plus grande dans le système Vierendeel. M. Chaudy termine en signalant deux ponts à arcades de 10 mètres et 27m,60 d'ouverture existant en France depuis quarante ans, sur la ligne de Paris à Boulogne-sur-Mer, sur la Somme, à Abbeville. L'expérience n'ayant pas été renouvelée, il semblerait que, pour les ponts de plus grande ouverture, on préfère le système des poutres à treillis à cause de son économie, à égalité de résistance.

M. A. Marsaux discute les procédés de montage préconisés par M. Vierendeel, suivant lesquels les pièces de pont sont ajustées et percées seulement sur place, à l'une de leurs extrémités.

M. M. Duplaix montre que les fatigues supplémentaires, lors du montage, résultant de la difficulté de bien ajuster les diagonales, n'existent en réalité que dans les ponts à très petites mailles, très peu employés maintenant. Quant aux jeux qui se produisent dans les assemblages des poutres en treillis, après un temps de service, ils sont surtout dus à la rivure, et le système Vierendeel n'en est pas exempt.

Il fait remarquer également que les poutres sans diagonales ne paraissent pas pouvoir se monter sans échafaudages, que la mise en place par lançage ne semble pas leur être applicable, à moins de prendre des précautions spéciales qui rendraient certainement l'opération très onéreuse. Il semble aussi que les poutres de M. Vierendeel doivent être plus déformables que les poutres en treillis.

M. Vierendeel a signalé que, au pont de Avelghem, qui a 42 mètres d'ouverture, les flèches calculées étaient de 0m065, ce qui donne 1/650 de rapport de la flèche à l'ouverture. On n'a jamais de rapport aussi fort; pour les ponts en treillis, la flèche y est moitié moindre que pour les ponts sans diagonales. M. Duplaix estime donc que ce nouveau système ne peut guère s'appliquer à des ponts de chemins de fer où il faut considérer les chocs et où les déformations statiques sont une indication au point de vue de la résistance aux chocs.

A. B.

### Académie des Sciences.

*Séance du 23 juillet 1900.*

**Chimie agricole.** — *L'acide phosphorique en présence des dissolutions saturées de bicarbonate de chaux* : par M. Th. Schlœsing.

La très faible solubilité du phosphate tricalcique artificiel dans l'eau contenant des quantités corrélatives d'acide carbonique libre et de bicarbonate de chaux ont suggéré à M. Th. Schlœsing une série d'expériences, dont il fait la description, et dont il déduit des conséquences et des applications intéressantes, relatives, d'une part, à la façon dont se comportent les terres cultivées qui viennent de recevoir du superphosphate et, d'autre part, à l'explication de la formation et de l'enrichissement de certains gisements de phosphates.

**Chimie organique.** — *Action de divers métaux divisés, platine, cobalt, fer, sur l'acétylène et sur l'éthylène.* Note de MM. Paul Sabatier et J.-B. Senderens.

I. *Action sur l'acétylène.* — Dans une note récente, MM. P. Sabatier et J.-B. Senderens ont montré que le nickel récemment réduit peut agir directement sur l'acétylène (1), soit par destruction vive avec incandescence selon le mécanisme indiqué par MM. Moissan et Moureu, soit par réaction lente, analogue dans une certaine mesure à celle que donne si facilement le cuivre. Avec le platine divisé, aussi bien qu'avec le fer ou le cobalt réduits, cette réaction lente fait à peu près défaut, et le phénomène se borne à la destruction charbonneuse avec incandescence, suivie de l'hydrogénation plus ou moins complète d'une portion de l'acétylène. Cette dernière est très aisément réalisée par le noir de platine, facilement à chaud par le cobalt, plus lentement par le fer.

II. *Action sur l'éthylène.* — Les mêmes auteurs ont montré antérieurement (2) que l'éthylène est rapidement décomposé au-dessus de 300° par le nickel récemment réduit : le métal foisonne beaucoup, et l'on recueille un mélange variable de méthane, d'éthane et d'hydrogène, accompagnés d'une très faible proportion de carbures forméniques supérieurs.

Traités dans des conditions analogues pa l'éthylène au-dessous de 400°, le noir de platine et aussi le cuivre réduit ne donnent lieu à aucune destruction appréciable. On observe au contraire une action lente mais réelle avec le fer ou le cobalt réduits.

**Géographie physique.** — *Les ensablements du littoral gascon et les érosions sous-pyrénéennes.* Note de M. L.-A. Fabre, présentée par M. de Lapparent.

La progression éolienne des sables littoraux qui, depuis plusieurs siècles, recouvrent d'un épais manteau de dunes la côte gasconne, ne s'est jamais ralentie. L'ensablement permanent s'oppose absolument au boisement spontané des dunes littorales. Des observations qui remontent à plus de vingt ans ont signalé la présence d'*anciennes* dunes *boisées* dans la région que les sables recouvrent à notre époque. Il y a donc eu, dans les apports arénacés, des intermittences à la faveur desquelles le boisement spontané des anciennes dunes a pu s'effectuer.

M. L.-A. Fabre expose une opinion sur les causes probables de ces intermittences, et fait ressortir l'imprévoyance que l'on a commise en déboisant systématiquement la région sous-pyrénéenne.

**Hygiène.** — *Sur le captage et la protection des sources d'eau potable.* Note de M. Léon Janet.

M. L. Janet distingue deux classes différentes de sources. Les unes sont produites par l'intersection de la surface supérieure d'une couche imperméable avec la surface topographique du terrain et émergent généralement à flanc de coteau : ce sont les *sources d'affleurement*. Les autres s'observent à l'intersection de la surface piézométrique de la nappe souterraine avec la surface topographique du terrain, et émergent au fond des vallées : ce sont les *sources de thalweg*.

Le *captage* d'une source d'eau potable consiste à mettre l'eau à l'abri de toutes les contaminations pouvant se produire au voisinage du point d'émergence, et spécialement dans le trajet que l'eau effectue entre le gisement géologique de la nappe souterraine et la surface du sol.

L'auteur estime que l'on doit employer, pour les eaux potables, des méthodes analogues à celles que l'on suit, depuis longtemps, pour les eaux minérales. Un bon captage d'une source d'eau potable consistera donc généralement à aller chercher l'eau dans son gisement géologique, au moyen de puits, de forages ou de galeries, en faisant abstraction du point naturel d'émergence.

La *protection* d'une source d'eau potable consiste à éviter la contamination de l'eau de la nappe souterraine, au point où celle-ci quitte son gisement géologique pour gagner la surface du sol.

Il faut s'efforcer d'abord de déterminer le *périmètre d'alimentation* de la source, c'est-à-dire la zone dans laquelle une molécule d'eau, tombant à la surface du sol, peut se retrouver au point d'émergence de la source.

Il convient d'étudier ensuite comment s'opère l'absorption des eaux dans ce périmètre d'alimentation, et de voir s'il ne pénètre pas dans le sol des eaux dangereuses pour la consommation, ou de vérifier, tout au moins, que les matières usées entraînées par les eaux subissent, dans le sol, une filtration suffisante avant d'arriver à l'ouvrage de captage.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXII, n° 9, p. 148.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 13, p. 242. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 9 p. 143. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

**Mécanique.** — *Sur le volant élastique.* Note de M. L. Lecornu, présentée par M. Haton de la Goupillière.

Le volant d'une machine agit avec d'autant plus d'énergie que son moment d'inertie est plus considérable ; malheureusement le prix d'acquisition et les frottements sur l'axe augmentent en proportion du poids, ce qui limite pratiquement la grandeur du moment d'inertie.

On peut, dès lors, se demander s'il n'y aurait pas avantage à rendre certaines parties du volant mobiles par rapport à la masse principale en les reliant à celle-ci par des ressorts dont la tension variable emmagasinerait, pendant les périodes d'accélération, une fraction du travail en excès pour la restituer pendant les périodes de ralentissement. Cette idée a déjà été émise par l'Ingénieur français Raffard, qui prit même, en 1890, un brevet pour l'invention d'un volant, soi-disant isochrone, portant quatre masses satellites guidées à peu près radialement, conjuguées entre elles de manière à neutraliser l'action de la pesanteur, et rappelées par des ressorts. Mais l'inventeur n'a donné, à vrai dire, aucune théorie de son appareil, et surtout, il n'a pas recherché si les oscillations inséparables de la présence des ressorts ne présenteraient pas des inconvénients inadmissibles.

M. L. Lecornu a repris la question par le calcul, et il indique quelques-uns des résultats qu'il a obtenus.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Substitution de la traction électrique à la traction à vapeur sur les grands réseaux de chemins de fer.** — Cette substitution a déjà été effectuée aux États-Unis sur quelques lignes urbaines et interurbaines. Il était intéressant de montrer l'avenir réservé à la traction électrique et les ressources que présente ce mode de transport, notamment pour le trafic intense des voyageurs dans les régions très populeuses qui avoisinent les grands centres industriels. La *Revue générale des chemins de fer*, du mois de juin, donne le compte rendu d'un rapport lu à l'American Institute of Electrical Engineers, sur l'état présent de la question en Amérique.

L'application de la traction électrique sur les lignes actuellement en exploitation, peut se faire par trois méthodes :

1° En remorquant les trains ordinaires au moyen de locomotives lourdes et puissantes, spécialement établies dans ce but ;

2° En équipant en voitures automotrices quelques-uns des véhicules ordinaires qui circulent sur la ligne ;

3° En construisant spécialement des voitures légères, dont quelques-unes seraient appropriées comme automotrices et munies de moteurs moins puissants que dans le cas précédent.

L'emploi de locomotives électriques répond à un trafic considérable, nécessitant des trains nombreux circulant à des vitesses élevées. Ces machines, pesant de 45 à 65 tonnes, auront huit roues et quatre moteurs et seront à adhérence totale.

La seconde méthode est la plus économique, puisqu'elle permet d'utiliser les véhicules existants, dans lesquels on remplacera seulement les trains de roues porteurs par d'autres recevant les moteurs. Cette transformation coûterait environ 19 000 francs pour une voiture américaine à deux bogies. Chaque automotrice, du poids de 45 tonnes, représente avec quatre moteurs une puissance maximum de 800 chevaux, à la tension de 650 volts.

La dernière méthode, plus coûteuse comme frais de premier établissement, est plus avantageuse au point de vue de l'exploitation, car le poids mort étant assez réduit, la dépense d'énergie est moindre.

Les considérations précédentes sont complétées par des aperçus sur le transport du courant, sur les stations génératrices et sur les prix de revient de la traction électrique, d'après les documents les plus récents fournis par les grandes Compagnies de chemins de fer.

**Nouvelle locomotive américaine très puissante.** — L'*Engineering News*, du 21 juin, décrit les deux locomotives identiques du type Consolidation que les Pittsburg Locomotive Works viennent de construire pour le Pittsburg, Bessemer and Lake Erie Railroad. Le poids adhérent de cette locomotive est de 102,2 tonnes ; son poids total est de 113,6 tonnes et le poids d'ensemble de la machine et de son tender en charge est de 177,7 tonnes.

Cette locomotive surpasse donc, croyons-nous, tant par son poids adhérent que par son poids total, toutes les locomotives existantes. Celle qui s'en rapproche le plus est celle qui a été construite pour l'Illinois Central R. R. en 1899 et qui a déjà été signalée dans le *Génie Civil* (1).

Le tableau suivant permet de comparer les caractéristiques principales de ces deux énormes machines :

| Locomotive. | | Nouvelle. | Précédente. |
|---|---|---|---|
| Type | | Consolidation | A 6 essieux |
| Constructeurs | | Pittsburg | Brooks |
| Diamètre des roues motrices | mètres. | 1,37 | 1,45 |
| Empattement | — | 4,75 | 4,80 |
| — total | — | 7,42 | 8,07 |
| Poids adhérent | tonnes. | 102,2 | 87,7 |
| — total | — | 113,6 | 105,4 |
| — — (machine et tender) | — | 177.7 | 165,7 |
| Dimensions des cylindres | mètres. | 0,61×0,81 | 0,58×0.76 |
| Diamètre de la chaudière | — | 2,23 | 2,03 |
| Timbre | kilogr. | 15,4 | 14,7 |
| Nombre de tubes | | 406 | 424 |
| Surface de chauffe (tubes) | met. carr. | 321 | 291 |
| — totale | — | 343 | 315 |
| Surface de grille | — | 3.3 | 3,4 |
| Provision d'eau | m. cubes. | 34 | 32 |
| — de charbon | tonnes. | 12,7 | 13,1 |

#### CONSTRUCTIONS CIVILES

**Le nouveau marché de la gare de la Douane, à Vienne.** — On vient d'achever, à Vienne, d'importants travaux ayant pour objet la réorganisation complète de la gare de la Douane. Le *Génie Civil* a déjà signalé ces travaux (2) et donné quelques renseignements sur les ascenseurs électriques qui relient la gare en sous-sol aux bâtiments de la Douane et au marché situés au-dessus d'elle. Dans la *Zeitschrift des Œsterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines*, du 20 juillet, M. A. Clauzer décrit les nouveaux bâtiments du marché.

L'agrandissement de cet important marché, construit en 1865, a été jugé nécessaire par suite de l'accroissement énorme des arrivages, consistant principalement en viande, dont le poids dépasse annuellement 20 000 tonnes. Le projet de transformation comportait la création de deux nouveaux bâtiments de 117 et 158 mètres de longueur et de 20 mètres de largeur, formés chacun d'un sous-sol au niveau des voies de la gare, en bordure de laquelle ils s'élèvent, et d'une halle centrale avec pavillons à un étage aux extrémités. L'un de ces bâtiments est actuellement achevé et relié à l'ancien marché au moyen d'un pont en fer passant au-dessus des voies de la gare. C'est une construction en briques sur les murs de laquelle s'ouvrent de grandes baies vitrées d'éclairement, à la partie supérieure desquelles sont installés de puissants ventilateurs. L'éclairage est assuré par 20 lampes à arc de 600 bougies.

M. Clauzer décrit notamment les installations frigorifiques installées dans le sous-sol et dont la surface de refroidissement utile est de 830 mètres carrés environ. Il étudie en détail le plan des bâtiments et décrit les ponts roulants qui servent à transporter les pièces de viande suspendues d'un point à un autre de la halle. Les constructions achevées, qui représentent la moitié des constructions projetées, ont coûté un million environ.

L'auteur de l'article fait remarquer, en terminant, que la ville de Vienne possède maintenant 8 grands marchés couverts, occupant une surface de 19 600 mètres carrés, et 47 marchés établis sur les places et voies publiques, s'étendant sur 88 000 mètres carrés environ.

#### CONSTRUCTION DES MACHINES

**Rétreignage des tubes à air chaud.** — Les tubes à air chaud dans les chaudières fixes, et surtout dans les locomotives, sont généralement rétreints à l'une de leurs extrémités, afin de réduire leur diamètre d'emmanchement dans la plaque tubulaire de foyer et d'augmenter ainsi la distance qui sépare, en cet endroit, les parois de deux tubes consécutifs. Cette disposition a pour effet de diminuer notablement les ruptures de plaques.

Le rétreignage peut se faire de deux façons : 1° à la main, en chauffant au rouge l'extrémité du tube dont il s'agit de réduire le diamètre et en la comprimant progressivement à coups de marteau dans une forme appropriée ; 2° mécaniquement, à froid, au moyen d'une presse hydraulique. Ce dernier procédé est décrit dans l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* du mois de juin ; il est plus coûteux que le premier, mais donne un travail plus rapide et plus soigné.

Dans un corps de pompe, recevant de l'eau à la pression de 50 atmosphères, se meut horizontalement un piston à deux tiges opposées, pouvant travailler dans les deux sens et dont les têtes sont constituées par des matrices en acier trempé dont le diamètre intérieur est égal à celui de la partie rétreinte. L'entrée des tubes dans les matrices est facilitée par un évasement conique, enduit d'huile. Pendant l'opération de la compression, les tubes sont fortement maintenus dans deux étaux très rigides.

La presse travaillant utilement à chaque coup de piston, à l'aller et au retour, on évite ainsi des pertes d'eau comprimée et l'on augmente le rendement de l'appareil. Chaque rétreignage exige une durée d'environ trois secondes, d'après les renseignements recueillis à l'atelier principal des chemins de fer de Saarbrücken, en Allemagne, où une presse du type décrit est en fonctionnement régulier.

#### MÉCANIQUE

**Les progrès dans la construction des volants.** — M. Charles H. Benjamin étudie, dans le *Cassier's Magazine* du mois de juillet, les progrès réalisés dans la construction des volants.

Il pense que les dangers d'explosion des volants sont comparables à ceux que présentent les chaudières et que, de même que ces derniers risques ont augmenté avec les pressions employées, les premiers se sont accrus avec les nombres de tours de plus en plus élevés auxquels on est arrivé. Il est d'avis que les volants devraient être soumis à une surveillance aussi rigoureuse que les chaudières, car beaucoup de volants construits pour une vitesse donnée sont ensuite soumis à des vitesses beaucoup plus considérables, ce qui réduit d'autant le coefficient de sécurité.

L'auteur passe ensuite à l'étude de la construction des volants. Il divise ceux-ci en cinq classes :

1° Volants à jante et bras en fonte d'une seule pièce ;

2° Volants en fonte en plusieurs pièces ;

3° Volants à jante en fonte avec bras en acier ;

4° Volants en tôle d'acier, les bras étant remplacés par une tôle continue ;

5° Volants en bois, collés et cloués ou chevillés.

Il décrit en détail des volants de chacune de ces classes en en faisant ressortir les avantages et les inconvénients, et il termine par la description de deux volants remarquables. L'un, qu'il décrit comme une curiosité historique, était encore en usage récemment dans un laminoir près de Cleveland (Ohio) ; sa jante était composée de segments en fonte et ses bras étaient alternativement en fer forgé et en bois, ces derniers servant simplement à maintenir la jante en position. L'autre volant vient d'être construit pour la Metropolitan Street Railway C° de New-York ; il est en acier fondu et sa jante comporte des plaques de tôle d'acier rivées à joints croisés les unes sur les autres latéralement, de part et d'autre de la jante en acier fondu, dont elles renforcent les joints. Ce dernier volant a 8m55 de diamètre et pèse plus de 150 tonnes.

**Manutention automatique du charbon à l'usine d'électricité de Leeds (Angleterre).** — L'*Engineering*, du 29 juin, décrit en détail l'installation de manutention automatique du charbon, réalisée à l'usine d'électricité de Leeds.

La salle des chaudières a 53m95 de longueur sur 18m90 de largeur ; elle est partagée en deux parties bout à bout par la cheminée et les économiseurs. Elle contient quatre chaudières du Lancashire, dont la longueur est de 9m15 et le diamètre de 2m60, d'une part, et quatre chaudières semblables, avec une chaudière Babcock et Wilcox à tubes d'eau, d'autre part.

Les voitures de charbon vident leur contenu sur un tamis, à l'une des extrémités de l'usine. Un élévateur et un transporteur distribuent alors le charbon dans les soutes. Le même transporteur reprend ensuite le charbon et, avec l'aide d'un élévateur et d'un transporteur, il distribue celui-ci aux chaudières. On arrive ainsi à opérer automatiquement

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 6, p. 94.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 10, p. 163 et t. XXXVII, n° 11, p. 195.

la manutention du combustible nécessaire pour alimenter cette installation de chaudières qui représente une puissance de 5 000 chevaux.

On projette d'ailleurs d'agrandir cette installation et l'on aura soin, cette fois, d'établir les soutes au-dessus des chaudières, de façon que le charbon descende par gravité jusqu'aux divers foyers.

### DIVERS

**La marche vers le Touat.** — Dans une étude publiée dans le *Bulletin du Comité de l'Afrique française* (juin 1900), M. Robert DE CAIX fait ressortir l'importance de la ligne du chemin de fer de pénétration, entreprise dans la direction du Touat, et dont un tronçon, s'étendant d'Aïn-Sefra à Djénien-Bou-Reszg, vient d'être récemment inauguré. Après avoir montré les avantages au point de vue géographique de cette voie qui est celle qui rencontre le moins de montagnes et qui est le mieux jalonnée de points d'eau et d'habitations, l'auteur insiste sur sa grande utilité au point de vue politique. En effet, la ligne du Sud-Ouest Oranais sera non seulement un instrument de domination saharienne, mais encore la seule ligne saharienne ayant chance de bénéficier d'un trafic commercial quelconque. Le commerce transsaharien, bien minime, puisqu'il porte seulement sur 7 à 10 millions d'échanges, se fait principalement sur des produits légers et de peu de volume, tels que parfums, henné, plumes d'autruche, etc., lesquels ne constituent pas ces lourds chargements qui font vivre les voies ferrées.

Pour prétendre que la ligne du Touat échappera à la pauvreté de transactions de ce commerce spécial, il faut considérer que, dès à présent, elle exporte des quantités considérables d'un produit susceptible d'alimenter un mouvement d'échanges actif : la datte. Nos nomades du Sud-Oranais rapportent chaque année 1 000 à 2 000 tonnes de ce fruit, contre les céréales et la laine qu'ils portent dans les oasis. Lorsque ces produits pourront être importés facilement, les Ksouriens livreront toutes leurs terres à cette culture de la datte dans laquelle ils excellent et, en peu d'années, ils auront *vivifié* de notables étendues, suivant la pittoresque expression du Coran.

L'auteur, après une évaluation personnelle des bénéfices réservés à la ligne du Touat par le développement de cette culture, indique d'autres éléments de trafic non moins importants : l'exploitation des calcaires houillers, de l'alun, du salpêtre, de nitrates presque purs qui auraient été trouvés dans le Gourara.

Ces évaluations sont, d'après M. de Caix, subordonnées à l'occupation du cœur du Sahara qui nous sépare encore de notre poste important d'In-Salah. Protéger nos sujets contre les déprédations que les nomades et les Touaregs exercent contre eux, en échelonnant 1 000 à 1 200 soldats indigènes jusqu'à Igli, consolider leur situation en faisant suivre de près le chemin de fer, confier à un officier supérieur la surveillance des chefs investis par nous, le soin de percevoir un léger tribut, d'organiser une troupe de police indigène et un courrier régulier, semblent, à l'auteur, des mesures suffisantes pour établir notre domination dans le Touat.

M. de Caix termine en rappelant que l'exécution de ces mesures est urgente et que trop longtemps déjà l'incertitude et la timidité ont retardé notre prise de possession du Sud-Algérien.

---

## Ouvrages récemment parus.

**Leçons d'électrotechnique générale,** *professées à l'École supérieure d'électricité*, par P. JANET, directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'Électricité. — Un volume grand in-8° de IX-608 pages, avec 307 figures. — Gauthier-Villars, éditeur; Paris, 1900. — Prix : 20 francs.

Ces *Leçons d'électrotechnique générale* ont été professées par M. P. Janet pendant ces dernières années à l'École supérieure d'Électricité.

Tout progrès dans la voie de connaissances nouvelles suppose deux étapes : apprendre et comprendre; on apprend le particulier, on comprend le général. La science de l'Ingénieur n'échappe pas à cette loi commune, et ces deux faces de l'enseignement doivent former un tout harmonieusement composé. C'est surtout la vue d'ensemble, comme l'indique le titre même de cet ouvrage, que l'auteur s'est proposé de montrer. La connaissance des *machines* est, en somme, le but fondamental que se propose le futur Ingénieur : or, les machines sont, pour ainsi dire, les êtres vivants de l'industrie : il faut étudier et leur anatomie et leur physiologie; et, si l'on y réfléchit, là encore se retrouvent les deux points de vue signalés plus haut. C'est la physiologie des machines, leurs propriétés essentielles et indépendantes des formes particulières, les circonstances les plus générales de leur marche qui sont mises ici en lumière. On ne cherchera donc pas dans ces *Leçons* des descriptions détaillées de types industriels ou d'installations réalisées; mais seulement des données générales et précises permettant d'aborder avec fruit l'étude d'une partie quelconque de la Technique électrique.

Les courants alternatifs tiennent, comme il est juste, une grande place dans cet ouvrage : c'est surtout dans ce domaine si nouveau que l'étudiant a besoin d'être guidé. M. P. Janet a apporté tous ses soins à l'étude des courants sinusoïdaux; bien que la plupart des courants industriels ne soient pas harmoniques, rien ne peut remplacer cette étude fondamentale, et, faute de mieux, c'est encore elle qui donne à l'Ingénieur la base la plus solide pour l'aider à démêler au moins les lignes générales des phénomènes si complexes auxquels il a affaire. L'auteur a usé à peu près également de la méthode géométrique et de la méthode algébrique; et, dans cette dernière, l'introduction des quantités imaginaires, si heureusement développées par Steinmetz, lui a été d'une grande utilité. Continuant à suivre la règle qu'il s'était imposée dans ses *Premiers principes d'Électricité industrielle*, auxquels ses *Leçons* forment une suite naturelle, il a usé le moins possible des Mathématiques; quelques notions très simples de Calcul différentiel et intégral suffisent pour lire cet ouvrage depuis la première ligne jusqu'à la dernière.

Enfin, l'auteur a joint à chacun des chapitres une bibliographie des sujets correspondants.

---

**La garance et l'indigo,** par George F. JAUBERT, docteur ès sciences. — Un volume petit in-8° de 166 pages *(Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire)*. — Gauthier-Villars, éditeur; Paris. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

La garance et l'indigo sont deux des plus anciennes couleurs en usage dans la teinture des étoffes, mais leur constitution n'a été complètement mise en lumière qu'il y a peu d'années par Graebe et Liebermann d'une part et par Adolphe von Baeyer d'autre part. C'est grâce à ces travaux que l'industrie a été dotée de produits artificiels plus purs et obtenus à meilleur compte que les produits naturels.

Le produit synthétique, pour l'alizarine, a totalement remplacé les anciennes poudres de garance. En 1869, il fut livré au commerce 1 000 kilogr. d'alizarine (garance synthétique) au prix de 34 francs le kilogramme; dix ans plus tard, la fabrication de la garance atteignait 4 500 000 kilogr. et le prix était tombé à 3 francs; actuellement, on peut estimer la production universelle à 15 millions de kilogrammes, le prix de vente oscillant autour de 1 fr. 90 le kilogramme.

L'indigo synthétique est de date plus récente sur le marché. Néanmoins, il lutte avantageusement avec le produit naturel qu'il est appelé à remplacer totalement dans un avenir peu éloigné.

---

## INFORMATIONS

### École supérieure d'Électricité.

*Liste, par ordre de mérite, des élèves sortis, en 1900, avec le diplôme d'études supérieures.*

1 Risler; - 2 Georges; - 3 Meyer; - 4 Évrard; - 5 Latour; - 6 Pamart; - 7 Léonard; - 8 Démichel; - 9 Liouville; - 10 Iweins; - 11 Houguier; - 12 Jouaust; - 13 Fétaz; - 14 Delafosse; - 15 Laporte; - 16 Pernollet; - 17 Roussel; - 18 Guesde; - 19 Gabeaud; - 20 Bloch (Marcel).

21 Meunier; - 22 Bruneteau; - 23 Thiriet; - 24 Nathan; - 25 Taffoureau; - 26 Vasilesco-Karpen; - 27 Halphen; - 28 de Jenlis; - 29 Louis; - 30 Le Clerc; - 31 Fabre; - 32 Joly; - 33 Spathari; - 34 Numès; - 35 Laur; - 36 Richard; - 37 Grisel; - 38 de la Mata; - 39 Lavi; - 40 Louvrier.

41 Morel-Fatio; - 42 Constantin; - 43 Sauvage; - 44 Bloch (Georges); - 45 Porchon; - 46 Cabrol; - 47 Odent; - 48 Dussaix; - 49 Thiébaut; - 50 Cornuault; - 51 Moskalew; - 52 Bélile; - 53 Boisseau; - 54 A. de Malaussène; - 55 Rambaud; - 56 Marty; - 57 Basset; - 58 Gay; - 59 Nègre; - 60 Roulland.

61 Bidault des Chaumes; - 62 Cazin; - 63 Noellet; - 64 Hermann; - 65 Charton; - 66 Le Deuc; - 67 Parriche; - 68 Labrouste.

Officiers désignés par le Ministère de la Guerre : 1 Bainville; - 2 Barbaud; - 3 de Chillaz; - 4 Desfontaines.

Promotion 1898-1899 : 1 Garcin; - 2 Poggi; - 3 Tollu.

---

### Institut national Agronomique.

*Liste, par ordre de mérite, des candidats admis à l'Institut national Agronomique à la suite du concours de 1900.*

1 Croux; - 2 Pelet (Albert); - 3 Pichon; - 4 Leddet; - 5 Cabane (Étienne); - 6 Baldy (François); - 7 Flichy; - 8 Aumont; - 9 Bois; - 10 Prache; - 11 Bartmann; 12 Cabane (Yvan); - 13 Lavauden; - 14 De Metz-Noblot; - 15 Arthaud-Berthet; - 16 Ladouce; - 17 De Laplagnolle; - 18 Hatt; - 19 Patureau; - 20 Massias.

21 Barrière; - 22 Berrier; - 23 Boissonnet; - 24 Hennet de Bernoville; - 25 Menon; - 26 Chovelon; - 27 Benoit; - 28 Pillaud; - 29 Etrillard; - 30 Roy (Alain); - 31 De Boixo; - 32 Débierre; - 33 Quinier; - 34 Sauvanet; - 35 Ricard et Simonard; - 37 Berveiller; - 38 Coupin; - 39 Figeac; - 40 De Senneville.

41 Moret-Bailly; - 42 Choupy; - 43 Constancis; - 44 Lanier; - 45 Marois; - 46 Baudichon et De Ligny; - 48 Piot; - 49 Le Cerf; - 50 Thomas (Georges); - 51 Brun; - 52 Marmu; - 53 Boudouard et Véron; - 55 Widmann; - 56 Droit, Drouilly et Mourins d'Arfeuille; - 59 Marchand; - 60 Alteirac.

61 Gobert; - 62 Vignerot; - 63 Vantroys; - 64 Jaubert; - 65 Hardel; - 66 Cayla; - 67 Bouquet (Eugène); - 68 Durand-Viel; - 69 Vinet; - 70 Leuillot et Metzinger; - 72 Rédaux; - 73 Thierry de Ville-d'Avray; - 74 Collas et Mathieu; - 76 Raux; - 77 Porteu; - 78 Derbanne; - 79 Galloy (Germain-Antoine); - 80 Gaillot.

81 Rouleau; - 82 Duval.

---

### Distinctions honorifiques.

Parmi les nominations ou promotions récemment faites dans l'ordre de la Légion d'honneur, nous relevons les suivantes :

*Au grade d'officier* : MM. BRETON (Georges), sous-directeur de l'industrie au Ministère du Commerce; — JAOUIN (Auguste), Ingénieur en chef du Génie maritime; — LOMBART (Jules), industriel à Paris; — MEUNIER (Henri), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments des Chemins de fer de l'État; — NIGOND, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chef de l'exploitation adjoint de la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans; — POLONY, Ingénieur en chef des travaux hydrauliques, directeur des travaux hydrauliques à Rochefort; — SABATIER (A.), agréé au Tribunal de commerce de la Seine.

*Au grade de chevalier* : MM. BONVALET (Martin), Ingénieur en chef du Génie maritime; — DESCUBES-DESGUERAINES, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef adjoint de la voie à la Compagnie des chemins de fer de l'Est; — DROUIN (Léon), Ingénieur des Arts et Manufactures, Inspecteur général des chemins de fer en Espagne et en Portugal; — FOSSE (Jean), agent consulaire de France, gérant de l'entreprise du port de Callao; — GAUTHIER (Emile), Ingénieur, chef du service central du matériel et de la traction à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest; — GONDINET (Jules), Ingénieur en chef du Génie maritime; — GOUILLY (A.), répétiteur et examinateur d'admission à l'École Centrale des Arts et Manufactures; — LAUBEUF, Ingénieur en chef du Génie maritime; — LE CHATELIER (Gabriel-André), Ingénieur en chef du Génie maritime; — RABINEL (Henri), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Valparaiso; — ROZE (Henri), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur des huileries de Barletta; — SEYDOUX, régent de la Banque de France.

---

*Le Gérant* : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 15. **N° 948.** Samedi 11 Août 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Locomotive compound express, avec mécanisme auxiliaire, de la Société Krauss et Cie, de Munich *(planche XXIV)*, p. 265; F. Barbier; — Les aciers au nickel à l'Exposition de 1900, p. 268; A. Abraham. — **Chemins de fer** : Le funiculaire de Montmartre, à Paris, p. 271; J. Laverchère. — **Législation** : Déclaration des accidents du travail, p. 275; Louis Rachou. — **Variétés** : De la transformation des végétaux en combustibles fossiles, p. 276; — Locomotive de 60 tonnes à engrenages, p. 277.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (30 juillet 1900), p. 278. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 278.

*Planche XXIV* : Locomotive compound express, avec mécanisme auxiliaire, de la Société Krauss et Cie, de Munich.

## EXPOSITION DE 1900

### LOCOMOTIVE COMPOUND EXPRESS
### avec mécanisme auxiliaire, de la Société Krauss et Cie, de Munich.

*(Planche XXIV.)*

Considérations générales. — La locomotive compound express que la maison Krauss et Cie expose à Vincennes, dans la section allemande roues du bogie, joue le rôle d'essieu moteur auxiliaire; il peut être abaissé jusqu'à ce que ses roues viennent en contact avec les rails et, dans cette position, il est actionné par un mécanisme spécial qui donne accidentellement un accroissement de l'effort de traction. La machine participe donc aux avantages des locomotives à deux et à trois essieux accouplés.

L'application de ce système avait déjà été faite, à titre d'essai, par le même constructeur, sur une machine express à double expansion de l'État bavarois. Cette locomotive, à quatre essieux *indépendants* et à avant-train mobile, figurait en 1897 à l'Exposition de Nuremberg. Le nouveau type, créé cette année par MM. Krauss et Cie, est certai-

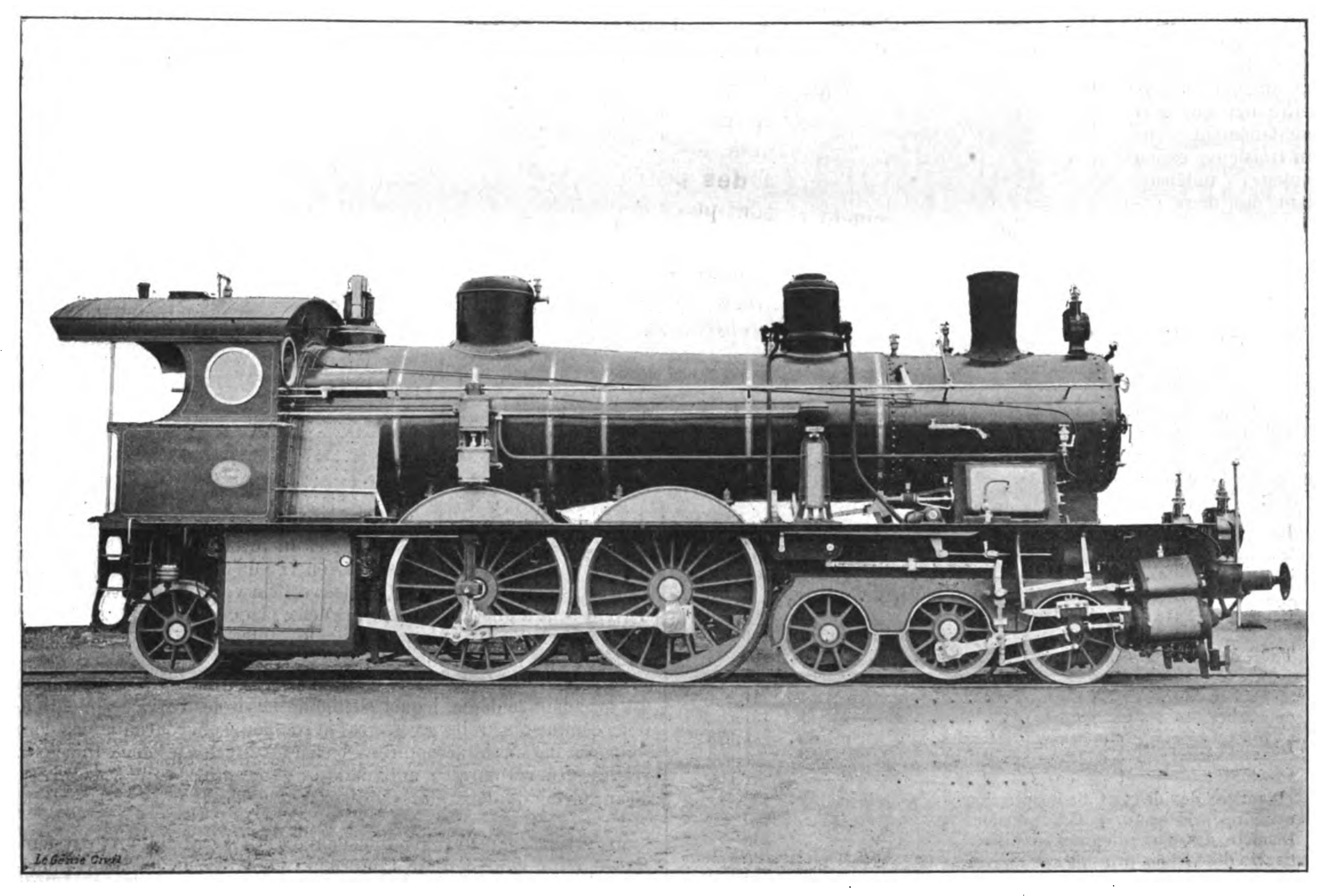



Fig. 1. — Locomotive compound express, avec mécanisme auxiliaire : Vue latérale.

du matériel des chemins de fer, porte le numéro de fabrication 4400. Son affectation n'est pas bien déterminée; toutefois, il est probable qu'elle sera appelée à circuler sur les lignes du Palatinat.

Elle présente cette particularité de permettre de proportionner les efforts moteurs aux résistances à vaincre, beaucoup mieux qu'avec les dispositions actuellement en usage. La machine repose normalement sur cinq essieux, dont un bogie à l'avant, deux essieux accouplés et un train bissel à l'arrière (fig. 1). Un sixième essieu, placé entre les nement très rationnel et présente un caractère incontestable d'originalité, mais peut-être pourrait-on lui reprocher la complication des organes. Il semble aussi que la disposition adoptée eût été plus justifiée sur une machine à roues libres, dont l'adhérence est parfois très insuffisante, que sur une locomotive à deux essieux accouplés.

La traction des trains express nécessite le développement d'efforts très variables, suivant qu'il s'agit soit de démarrer, soit de réaliser de grandes vitesses sur profil facile, ou des vitesses modérées sur

profil accidenté. Si l'on a en vue la rapidité des démarrages, il faut munir la locomotive d'appareils moteurs d'assez grandes dimensions qui rendent alors la marche peu économique aux vitesses élevées. Si, au contraire, les cylindres ont un faible volume, la machine démarre lentement et il en résulte des pertes de temps appréciables.

MM. Krauss et Cie ont pensé avec raison qu'il valait mieux, pour une locomotive destinée à remorquer des trains express, prévoir un mécanisme de propulsion proportionné aux résistances à vaincre normalement en pleine marche et faire usage, chaque fois que la nécessité s'en fera sentir — par exemple pour démarrer et franchir les rampes difficiles — d'un mécanisme auxiliaire agissant momentanément sur un troisième essieu moteur, indépendant des deux essieux accouplés, actionnés par les mécanismes principaux.

Fig. 2. — Demi-coupes transversales par la boîte à fumée et par le foyer.

Conditions d'établissement. — Nous donnons, dans le tableau ci-après, les principales conditions d'établissement de cette machine :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Largeur intérieure de la voie | | mètres. | 1,435 |
| Timbre de la chaudière | | atmosphères. | 14 |
| Surface de grille | | mètres carrés. | 2,91 |
| Diamètre intérieur moyen du corps cylindrique | | mètres. | 1,460 |
| Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail | | — | 2,640 |
| Tubes à air chaud | Nombre | | 238 |
| | Diamètre extérieur | millimètres. | 52 |
| | Longueur entre plaques tubulaires | mètres | 5,100 |
| Surface de chauffe en contact avec les gaz | du foyer | mètres carrés. | 11,8 |
| | totale | — | 191 |
| Diamètre des roues au contact | motrices principales | mètres. | 1,870 |
| | motrices auxiliaires | — | 1,000 |
| | porteuses | — | 1,000 |
| Diamètre des deux cylindres principaux | Haute pression | millimètres. | 440 |
| | Basse pression | — | 650 |
| Diamètre des deux cylindres auxiliaires | | — | 260 |
| Course des pistons principaux | | — | 660 |
| Course des pistons auxiliaires | | — | 400 |
| Empattement total | | mètres. | 8,940 |
| Poids utile pour l'adhérence | avec 2 essieux moteurs | tonnes. | 28,2 |
| | avec 3 — | — | 41,6 |
| Poids à vide | | — | 61,5 |
| Poids en ordre de marche | | — | 68,0 |

Chaudière. — Le générateur est timbré à 14 atmosphères. Le corps cylindrique, très élevé au-dessus du rail, est formé de quatre viroles, non comprise celle de la boîte à fumée (fig. 2, pl. XXIV) ; les deux premières et la dernière sont cylindriques, elles ont respectivement pour diamètre intérieur 1m 602, 1m 460 et 1m 426 ; la troisième est une petite virole conique de raccordement : c'est la forme américaine dite « wagon top ». Cette disposition permet d'augmenter le nombre des tubes, ainsi que les volumes d'eau et de vapeur contenus dans la chaudière.

La boîte à feu, logée entre le deuxième essieu accouplé et l'essieu d'arrière, est très élargie à sa partie inférieure et fait saillie en dehors des roues. Cette forme (fig. 2 et 3), qui rappelle celle du foyer Wooten, se retrouve d'ailleurs dans les nouvelles locomotives express des chemins de fer du Palatinat bavarois. On a pu ainsi donner à la grille une grande largeur (1m 800) et par suite une surface très étendue (2m² 91) sans que la longueur, qui atteint seulement 1m 61, soit exagérée. La conduite du feu est aussi rendue plus facile que si la grille avait une grande longueur. Le chargement du combustible s'effectue alternativement par l'une et par l'autre des deux portes du foyer ; un petit disque mobile, visible sur la figure 3, indique au chauffeur quelle est la porte qui a été ouverte en dernier lieu. La grille, peu inclinée, le foyer assez profond, sont disposés pour brûler de la houille grasse, qu'on trouve en assez grande abondance dans la région. Le cendrier, complètement fermé, possède deux portes. Les parois latérales et le ciel du foyer sont d'une seule pièce, avec arrondis de grands rayons, en vue de faciliter la dilatation. Le ciel est supporté par des tirants verticaux dont les deux rangées d'avant sont à dilatation libre. Les deux plaques tubulaires sont entretoisées par des faux tubes très rigides, intercalés au nombre de six, au milieu du faisceau tubulaire.

La boîte à fumée est de très grande capacité. Le régulateur principal est logé dans le dôme, lequel surmonte la virole d'arrière. Mentionnons comme appareils accessoires le souffleur en couronne, les deux soupapes de sûreté accouplées, à charge directe, les deux injecteurs verticaux à réamorçage automatique et le protège-tube de niveau d'eau, formé de deux glaces épaisses.

Mécanismes principaux de propulsion. — La machine, du système compound, a deux cylindres intérieurs, inclinés de 7 % sur l'horizontale et dont les diamètres sont respectivement de 440 et 650 millimètres ; ils sont munis d'une contre-tige à l'avant et d'une crosse guidée par une glissière unique, de construction assez simple. L'essieu coudé est à corps oblique, avec bras de manivelles circulaires (fig. 3 et 4, pl. XXIV). Entre les deux essieux accouplés se trouve une caisse en tôle, ouverte par le haut, dans laquelle peut descendre le mécanicien pour visiter et, au besoin, graisser sans danger les principaux organes du mécanisme, notamment les grosses têtes de bielles motrices, même pendant la marche.

Les masses rotatives sont complètement équilibrées à l'aide de contrepoids appliqués aux roues motrices. L'équilibrage des masses alternantes a été obtenu au moyen d'une disposition très rationnelle,

jadis proposée pour les locomotives et mise en pratique plus récemment par la maison Yarrow dans quelques machines marines. Elle consiste à actionner, par l'intermédiaire de bielles spéciales, des masses en fonte guidées dans des glissières, à la façon des têtes de pistons, et se déplaçant suivant une ligne droite dans le prolongement de l'axe des cylindres principaux et en sens contraire des organes animés d'un mouvement alternatif. On contre-balance ainsi, dans toutes les positions, les actions perturbatrices de ces organes et l'on supprime les mouvements de lacet et de recul. Ces contrepoids alternants, qu'on voit dans la figure 1 (pl. XXIV), sont renfermés dans une caisse en tôle, placée entre les deux essieux d'arrière, comme le montre la vue photographique (fig. 1).

On peut se demander si les avantages qui résulteront de l'application de ce dispositif à une machine à grande vitesse, justifieront la complication qu'il entraîne. L'expérience seule permettra de se prononcer à cet égard.

Les cylindres à vapeur, les boîtes à tiroirs et le réservoir intermédiaire sont venus de fonte d'une seule pièce, qui sert en même temps d'appendice d'avant pour supporter la boîte à fumée (fig. 2). L'échappement, placé très bas est annulaire ; la partie centrale est réservée aux cylindres principaux et la couronne qui l'entoure, aux cylindres auxiliaires. On remarquera, sur la figure 2, la commodité d'accès des boîtes à vapeur, dont les couvercles inclinés sont facilement démontables.

**Mécanismes principaux de distribution.** — Les tiroirs, placés au-dessus des cylindres de haute et de basse pression, sont plans. Leur commande se fait à l'aide de mécanismes genre Walschaert (fig. 1 et 2, pl. XXIV), mais les coulisses sont actionnées par les bielles motrices. Cette disposition s'imposait en raison de la difficulté de caler des excentriques sur l'essieu moteur, pour la commande des coulisses susdites, qui sont intérieures.

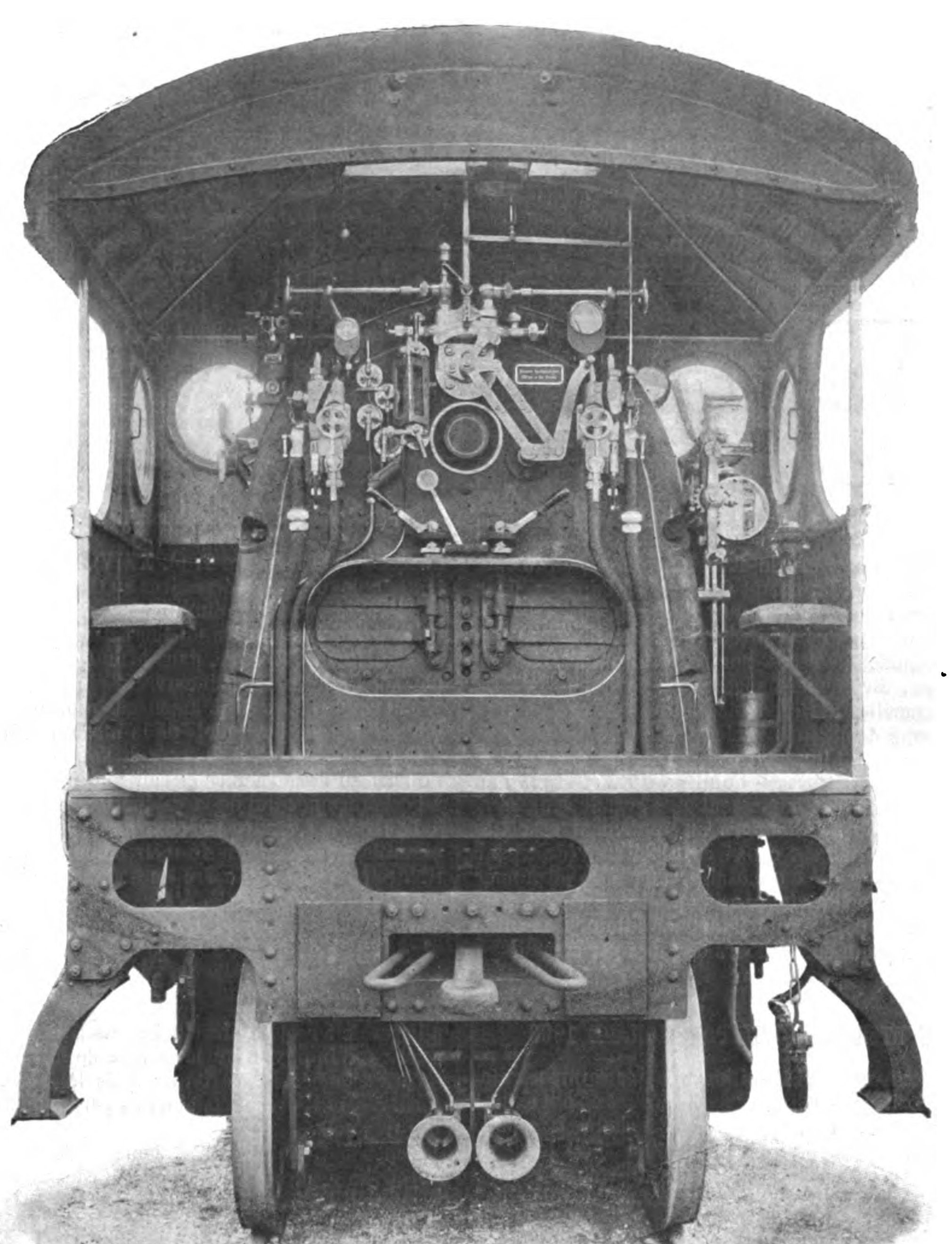


Fig. 3. — Locomotive compound express, avec mécanisme auxiliaire : Vue en bout de l'arrière.

Le changement de marche est manœuvré par un volant (fig. 1, pl. XXIV), agissant par l'intermédiaire d'un arbre horizontal et d'une paire de roues d'angle sur une vis verticale, dont l'écrou mobile est relié à l'arbre de relevage au moyen d'une biellette.

Les distributions H. P. et B. P. sont liées de façon à assurer une répartition à peu près égale du travail dans les deux cylindres. Les degrés d'admission correspondants, en centièmes des courses de pistons, sont les suivants :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H. P. | 30 | 40 | 50 | 60 | 78,5 |
| B. P. | 53,5 | 64,5 | 72 | 78,5 | 87 |

**Mécanisme auxiliaire.** — L'essieu moteur auxiliaire est actionné par deux cylindres égaux à haute pression (fig. 3 et 4, pl. XXIV), situés à l'avant du bogie, à l'extérieur des longerons, et inclinés de 7 % sur l'horizontale. Les pistons ont 260 millimètres de diamètre et 400 de course. La distribution est une variété de celle de Joy. La vapeur est admise dans ces cylindres par un petit régulateur spécial, placé dans la calotte du tuyau de prise de vapeur débouchant dans la boîte à fumée (fig. 2, pl. XXIV). La machine auxiliaire ne peut donc recevoir de la vapeur que lorsque le régulateur principal est lui-même ouvert. Un levier, à portée du mécanicien, commande le tiroir du petit régulateur (fig. 1, pl. XXIV). Il est enclenché avec la tringle de manœuvre du robinet qui met en mouvement le mécanisme d'abaissement ou de relèvement de l'essieu auxiliaire, de sorte que celui-ci ne peut tourner et prendre, par conséquent, une allure désordonnée, dans le cas où le mécanicien introduirait prématurément de la vapeur dans les cylindres auxiliaires, avant que les roues de l'essieu actionné ne soient en contact avec les rails.

L'effort de traction supplémentaire, donné par ces cylindres, représente 50 % environ de l'effort développé par la machine principale.

**Mécanisme de mise en charge et de relèvement de l'essieu auxiliaire.** — Les figures 4 et 5 montrent la disposition qui a été employée pour la mise en charge et le relèvement de l'essieu auxiliaire. Lorsqu'il s'agit d'abaisser cet essieu et de lui donner l'adhérence voulue, on introduit, par un robinet spécial, la vapeur de la chaudière à l'avant de deux petits cylindres *a* dont les tiges de pistons agissent sur un arbre transversal *b* qui, en tournant d'un certain angle, exerce une pression sur l'essieu par l'intermédiaire de la tringle verticale *c*. Deux ressorts de rappel permettent le relevage automatique de l'essieu, lorsque la vapeur cesse d'agir dans les cylindres *a* ; les roues restent alors suspendues à 30 millimètres environ au-dessus du rail.

L'adhérence qui peut être donnée à cet essieu se calcule de la façon suivante :

| | | |
|---|---|---|
| Poids propre de l'essieu monté, avec boîtes et accessoires. . . | kilogr. | 1 750 |
| Pression fournie par les cylindres *a* en tenant compte des longueurs de bras de levier : $2 \times \frac{\pi}{4} \times 18^2 \times 14 \times \frac{390}{180}$ . . . . . . . . . . . . | = | 15 450 |
| Total. . . . . . . . . . . . | kilogr. | 17 200 |
| dont il faut défalquer la réaction des deux ressorts de rappel. . . . | | 3 800 |
| Reste. . . . . . . . . . . . | kilogr. | 13 400 |

Si l'on ajoute le poids de 28t 2 qu'exercent normalement sur les rails, les roues accouplées, on arrive à un poids adhérent total de 41t 6, au maximum. Cette adhérence supplémentaire de 13t 4 est obtenue au détriment de la charge des deux essieux du bogie, laquelle est diminuée, momentanément, de la même quantité, ainsi que l'indique le tableau ci-après :

| | Essieu auxiliaire relevé. | Essieu auxiliaire en charge. |
|---|---|---|
| Premier essieu du bogie . . . . tonnes. | 14,8 | 8,1 |
| Essieu auxiliaire . . . . . . . . . . . | 0 | 13,4 |
| Deuxième essieu du bogie . . . . . . . | 10,9 | 4,2 |
| POIDS TOTAL sur les trois essieux d'avant. | 25,7 | 25,7 |

La charge sur les trois essieux d'arrière de la machine n'est pas influencée par la mise en action du mécanisme auxiliaire. La répartition précédente des poids montre que, dans le cas le plus défavorable, l'essieu d'avant est encore chargé d'au moins 8 tonnes. Il est à noter qu'aux grandes vitesses, la charge qui s'exercera sur ledit essieu sera toujours de 14t 8.

Les ressorts de suspension sont longitudinaux, sauf ceux du premier et du dernier essieu qui ont été montés transversalement, par suite du manque de place. Les ressorts des trois derniers essieux sont conjugués par des balanciers et des équerres de compensation.

ACCESSOIRES. — La machine est munie de la sablière automatique système Krauss, amenant le sable à l'avant des grandes et des petites roues motrices. Cet appareil, qui est mû mécaniquement, a été installé sur un grand nombre de machines de l'État bavarois, où il a remplacé la sablière à vapeur qui se comportait mal pendant les froids rigoureux qui sévissent en hiver dans le sud de l'Allemagne.

La locomotive a été équipée du frein Westinghouse, agissant sur les roues accouplées par quatre sabots. Elle possède un pare-étincelles

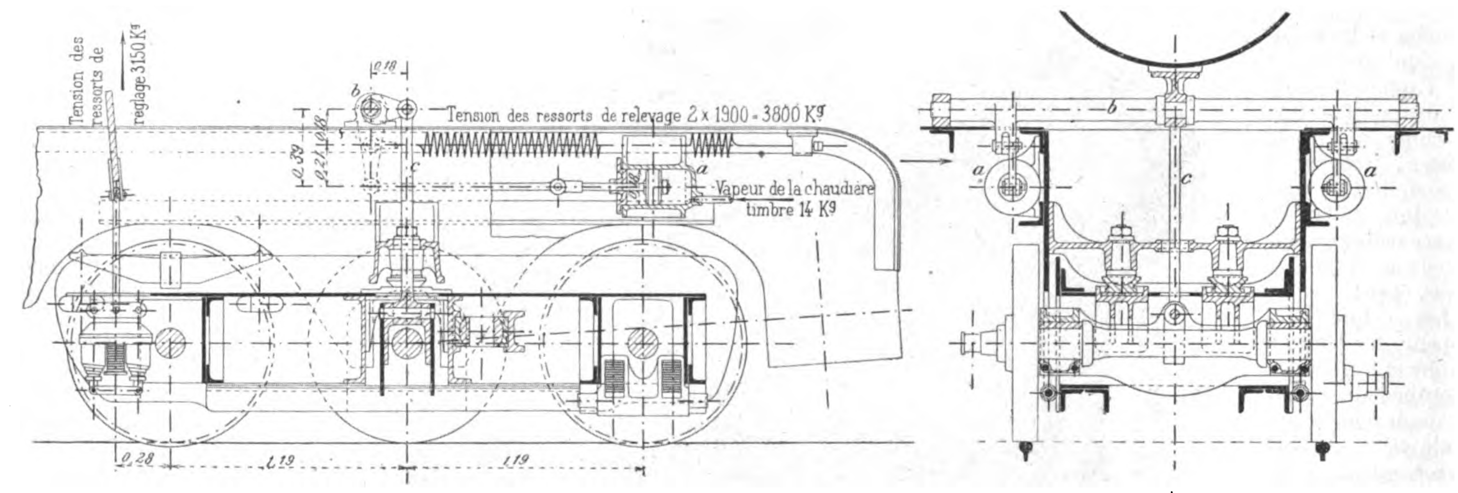



FIG. 4 et 5. — Mécanisme de mise en charge et de relèvement de l'essieu auxiliaire.

CHASSIS ET ROUES. — Les longerons du châssis principal, en tôle de 25 millimètres d'épaisseur, sont fortement échancrés à l'arrière, pour le passage de la boîte à feu. Les longeronnets du bogie, situés à l'intérieur des premiers, n'ont qu'une épaisseur de 22 millimètres. La partie antérieure de la machine repose sur l'entretoise du bogie par deux rotules sphériques, directement placées au-dessus de l'essieu auxiliaire, et par une cheville ouvrière située un peu en avant de ce dernier. L'avant-train est à déplacement latéral contrôlé par des ressorts coniques. Les roues sont toutes extérieures aux châssis. Les essieux accouplés sont aussi rapprochés que possible (1m 940) afin d'éviter de donner aux bielles d'accouplement une grande longueur. Les roues motrices ont 1m 870 de diamètre au roulement et celles porteuses, 1 mètre. On a également choisi ce diamètre réduit pour les roues, sans boudin, de l'essieu auxiliaire, afin d'en diminuer le poids, et étant donné que les vitesses auxquelles participera le mouvement de cet essieu ne dépasseront jamais 65 kilom. à l'heure, ce qui représente un maximum de 5,7 tours de roues par seconde.

du système Sturm (fig. 2, pl. XXIV), un indicateur de vitesse Haushälter et les organes nécessaires au chauffage des trains par la vapeur. Mentionnons enfin, comme particularité intéressante, le dispositif de commande, par un parallélogramme articulé, du mouvement du régulateur (fig. 3) et ce, dans le but de rapprocher du mécanicien la poignée du levier de manœuvre.

L'abri d'arrière, bien aménagé, renferme deux strapontins amovibles à l'usage des agents de la machine; sa toiture, revêtue intérieurement de bois, est percée de deux ouvertures dont l'une sert de lanterneau pour l'aérage et l'autre donne passage à une lampe servant à l'éclairage général de la cabine.

Le tender, à quatre essieux, du type des chemins de fer de l'État bavarois, peut contenir 18 mètres cubes d'eau et 6 tonnes de combustible; son poids en ordre de marche atteint 44 tonnes. Ce véhicule n'est pas exposé à Vincennes.

F. BARBIER,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## LES ACIERS AU NICKEL A L'EXPOSITION DE 1900

Les aciers au nickel occupent à l'Exposition une place importante. La plupart des grandes Sociétés métallurgiques françaises en ont exposé des échantillons intéressants, et la Société « Le Nickel » a groupé d'une manière très heureuse, dans son installation spéciale de la classe 116, de nombreux spécimens empruntés aux différentes Forges, et qui mettent en relief les applications pratiques des alliages de fer et de nickel.

*Historique*. — Dès le commencement de ce siècle, les aciers au nickel faisaient déjà l'objet des préoccupations des métallurgistes.

Dans un mémoire présenté au Congrès International des méthodes d'essai, M. Ch. Ed. Guillaume rappelle que, dès les années 1820 et 1821, Stodart fit préparer dans les aciéries Sanderson, à Sheffield, des alliages contenant jusqu'à 50 % de nickel. Vers la même époque, Berthier, en France, étudia un certain nombre d'alliages de nickel et de fer.

C'est à M. Wolf, de Schweinfurth, que sont dues les premières applications industrielles de ces alliages; il les livrait au commerce, dès l'année 1830, sous forme d'objets damasquinés qu'il désignait sous le nom d'aciers météoriques. En relatant ces faits dans une note des *Annalen der Pharmacie*, Liebig déclare que « l'emploi du nickel, sous forme d'alliage avec le fer, est destiné à se développer dans un avenir très proche ».

A l'Exposition de New-York, en 1853, M. Philippe Thurber présenta plusieurs échantillons d'aciers-nickel obtenus par fusion au haut fourneau d'une limonite nickelifère.

La question, oubliée pendant trente ans, fut reprise en 1885. M. Marbeau, à cette époque administrateur de la Société « Le Nickel », fit faire des recherches suivies aux aciéries de Montataire sur les alliages de fer et de nickel. Les essais furent continués, en 1887, aux aciéries d'Imphy pour le compte de la Société « Le Ferro-Nickel », qu'avait fondée M. Marbeau; mais les aciers étaient, paraît-il, trop carburés, et les résultats obtenus par les additions de nickel ne furent pas très nets.

Cependant, en 1888, M. James Riley, de Glasgow, qui, dans un voyage en France, avait été mis au courant des tentatives précédentes, poursuivit lui-même les expériences, et se livra sur les alliages de fer et de nickel à une série d'essais qui furent conduits d'une manière très méthodique. Les aciers, fabriqués au four Martin, avaient des teneurs en carbone variant de 0,3 à 0,9 %, et des teneurs en nickel variant de 0 à 49 %; les résultats obtenus furent assez satisfaisants, et M. Riley reconnut en particulier les propriétés remarquables des aciers à 25 % de nickel, dont il signala la grande ductilité et la remarquable résistance à la corrosion.

Cependant ces aciers à haute teneur n'entrèrent pas encore dans la pratique industrielle, et de 1888 à 1894, tout l'effort des maîtres de forges, aussi bien en France qu'à l'étranger, se porta sur les aciers à teneur en nickel comprise entre 1 et 5 %, avec ou sans chrome, employés particulièrement pour les produits militaires. Le Creusot entra le premier dans cette voie avec la ceinture mince du *Dupuy de Lôme*, qui contenait environ 2,5 % de nickel, et continua par la plaque à 5 % de nickel qui remporta un succès triomphal au concours international d'Annapolis (Amérique). Les autres usines à blindages continuèrent dans ce sens, et finirent par adopter à peu près simultanément un métal spécial, à teneur en nickel comprise entre 2 et 2,5 % et à teneur en chrome variant de 0,50 à 0,80 %, qui présentait, sur l'acier au carbone de même résistance, l'avantage d'une limite élastique beaucoup plus élevée et d'une fragilité beaucoup moindre.

Les Américains, de leur côté, mirent à profit les qualités précieuses

des aciers à teneur en nickel voisine de 3 %; les aciéries de Bethleem, la « Canadian Copper C° » et la « Cleveland Rolling Mill C° » exhibèrent notamment à l'Exposition de Chicago, en 1893, des pièces remarquables fabriquées avec ce métal.

Recherches méthodiques sur les propriétés mécaniques des aciers a haute teneur en nickel. — C'est en 1894 que l'usine d'Imphy, sur la demande des ateliers de Puteaux, et sous l'impulsion de M. Werth, reprit ses recherches sur les aciers à haute teneur en nickel. Cette étude aboutit à la mise en œuvre du métal dit NC4, qui avait une teneur en nickel comprise entre 20 et 25 % et une teneur en chrome comprise entre 2 et 3 %. Ce métal fut de notre part, aux Forges nationales de la Chaussade, l'objet d'une longue étude, dont les résultats ont été publiés dans les *Annales des Mines* (livraison de septembre 1898). On reconnut qu'il se forge et s'usine sans difficultés exagérées; qu'il s'adoucit aussi bien par la trempe que par le recuit et présente après ces traitements, avec une charge de rupture de 75 kilogr., un allongement de plus de 50 %; que, malgré son peu de fragilité, il a une raideur notablement supérieure à celle de l'acier doux; qu'enfin il est susceptible d'un très beau poli et pour ainsi dire inoxydable.

En même temps que ces essais se poursuivaient à Imphy et à Guérigny, la Compagnie de Châtillon-Commentry, à l'usine Saint-Jacques, et la Compagnie des Forges de Saint-Étienne, à l'usine du Marais, se livraient à des recherches méthodiques qui mirent en évidence les propriétés mécaniques des aciers à différentes teneurs en nickel, comprises entre 0 et 25 %, et à teneurs en carbone variant de 0,10 à 1 %. On se rendit compte en même temps de l'influence sur ces propriétés mécaniques des divers traitements de trempe et de recuit.

Recherches sur les propriétés physiques des aciers a haute teneur en nickel. — Depuis cette époque, les aciers au nickel ont reçu des applications industrielles assez nombreuses. Mais, avant de passer à cet exposé, il est nécessaire de donner quelques indications sur les résultats principaux auxquels ont abouti les recherches dont les aciers à différentes teneurs en nickel ont fait l'objet dans ces dernières années, au point de vue des propriétés physiques.

M. Guillaume a reconnu que le coefficient de dilatation, sensiblement constant jusqu'à une teneur en nickel de 20 % environ, diminue graduellement jusqu'à la teneur de 36 % environ, où il est à peu près le dixième de celui du platine iridié, pour se relever ensuite graduellement. L'usine d'Imphy a pu ainsi réaliser, pour les aciers à teneur en nickel supérieure à 25 %, des applications intéressantes que nous examinerons plus loin.

Ce sont surtout les propriétés magnétiques des aciers à différentes teneurs en nickel qui ont fait l'objet de recherches très minutieuses, et les particularités remarquables ainsi mises en évidence ont donné lieu à d'intéressantes communications de MM. L. Dumas et Guillaume, tant à l'Académie des Sciences [1] qu'aux divers congrès internationaux de l'Exposition.

Les plus anciennes expériences faites sur les aciers-nickel sont dues au docteur J. Hopkinson, qui constata le premier l'absence de magnétisme à la température ordinaire d'un acier à 25 % de nickel préparé par la Société le « Ferro-Nickel »; il remarqua, en outre, que cet alliage, suffisamment refroidi, passe à l'état magnétique, et ne perd son nouvel état que par un chauffage au rouge.

M. Guillaume, poursuivant cette étude sur une série d'alliages à teneurs croissantes en nickel mis à sa disposition par l'usine d'Imphy, fut amené à classer ces alliages en deux séries distinctes. Pour les teneurs en nickel inférieures à 25 %, le magnétisme, obtenu par refroidissement, ne disparait qu'à une température très supérieure à celle qui a déterminé son apparition; d'où le nom d'alliages « irréversibles ». Pour ceux dont la teneur en nickel est supérieure à 25 %, au contraire, les propriétés magnétiques sont uniquement fonction de la température, le magnétisme apparaissant et disparaissant graduellement quand la température varie dans un sens ou dans l'autre à partir du point de transformation; on leur a donné le nom de « réversibles ».

M. Osmond, par des déterminations précises sur des alliages à faible teneur en carbone, a pu tracer les diagrammes ci-après (fig. 1) qui fixent les lois du phénomène.

Les courbes inférieures se rapportent aux températures d'apparition du magnétisme, et les courbes supérieures aux températures de disparition. On voit que, pour les teneurs supérieures à 25 %, ces deux températures sont très voisines; au-dessous et dans le voisinage de 25 %, on a deux points éloignés de près de 500°, et cet écart diminue graduellement pour arriver à une valeur très faible au moment où la teneur en nickel est réduite à 0.

Le diagramme en question se rapporte à des aciers au nickel à teneur en carbone très réduite. L'augmentation de la teneur en carbone dans les alliages irréversibles abaisse, en effet, notablement les courbes de transformation; ainsi un acier à 10 % seulement de nickel, dont la transformation devrait se produire à 400°, n'atteint la région de transformation qu'à des températures comprises entre — 78° et — 188° (neige carbonique et air liquide), quand la teneur en carbone s'élève à 1,37 %.

Les expériences de MM. Osmond et L. Dumas ont permis de se rendre compte que la courbe de transformation s'abaisse environ d'une quarantaine de degrés pour chaque millième dont la teneur en carbone augmente.

Nous ajouterons que, dans ses plus récentes expériences, M. L. Dumas a mis nettement en évidence l'existence simultanée des points de transformation irréversible et de transformation réversible pour les teneurs en nickel voisines de 25 %. C'est ainsi que l'alliage à 25,84 % de nickel et à 0,079 % de carbone, pris à l'état non magnétique à la température de 30 à 40 degrés centigrades, et refroidi, subit la transformation magnétique irréversible en arrivant à 25°; si, au contraire, on le chauffe à partir de la même température de 30 ou 40°, le magnétisme commence à apparaître vers 50°, et la transformation ainsi obtenue est réversible.

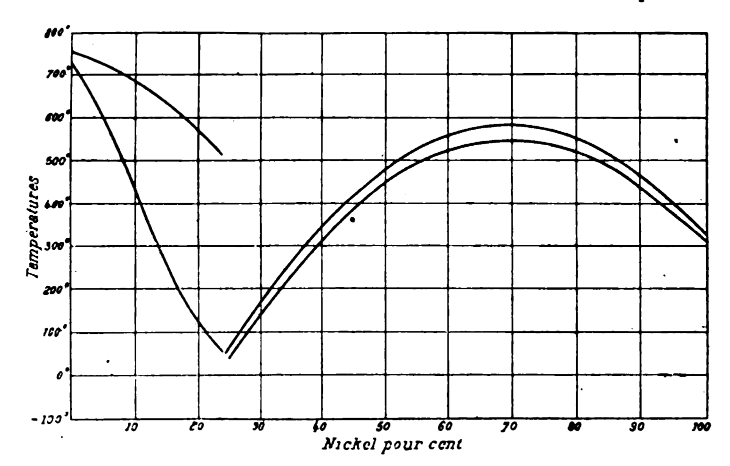



Fig. 1.

On voit donc que les courbes des transformations irréversibles et celles des transformations réversibles se coupent et sont parfaitement distinctes. M. L. Dumas en conclut que les transformations irréversibles se rapportent au fer de l'alliage, et les transformations réversibles au nickel. Cette théorie a l'avantage de donner une explication assez rationnelle des derniers phénomènes observés; mais elle paraît peu compatible avec la présence dans les alliages de combinaisons définies de fer et de nickel, à composition variable suivant la teneur en nickel, combinaisons dont l'existence est très probable. On peut néanmoins l'admettre jusqu'à nouvel ordre, au moins comme point de départ des expériences futures.

Influence des variations du magnétisme sur les propriétés mécaniques des aciers au nickel. — Les variations du magnétisme, dont il vient d'être parlé, ont une influence très sérieuse sur les propriétés mécaniques des aciers dont la teneur en nickel dépasse 17 à 18 %. Les qualités remarquables des aciers au nickel à grande résistance et à grand allongement sont, en effet, liées à leur état non magnétique, et ces métaux durcissent dans des proportions considérables en passant à l'état magnétique par le refroidissement. Or les diagrammes de M. Osmond montrent que, même à la teneur de 25 %, les ferro-nickels très peu carburés sont magnétiques à la température ordinaire, le point de transformation irréversible étant voisin de 50°; c'est en augmentant la teneur en carbone que l'on a pu obtenir des aciers non magnétiques, jouissant des propriétés mécaniques spéciales qui les font rechercher.

En outre, le passage à l'état magnétique des aciers non réversibles peut être provoqué, non seulement par le refroidissement, mais encore, à des températures relativement élevées, par tout travail mécanique tel que le forgeage à froid, le tournage, le tréfilage, etc.

Le durcissement local ou général ainsi déterminé est d'ailleurs variable; car, même dans la transformation par refroidissement, l'état magnétique ne s'acquiert que graduellement, et constitue, en somme, pour le métal un équilibre stable dont tout ébranlement moléculaire tend à le rapprocher. L'action dont nous parlons, si elle est notable, peut rendre très difficile le travail de l'acier, aussi bien au forgeage qu'à l'usinage, et même provoquer des ruptures. A ce point de vue donc, il convient de choisir, pour les alliages à 25 % de nickel, des teneurs en carbone assez élevées qui, sans durcir le métal, atténuent beaucoup les effets fâcheux de l'écrouissage en abaissant la courbe de transformation.

Le chrome joue dans les aciers au nickel un rôle analogue à celui du carbone, et l'on comprend ainsi l'heureuse influence des additions de ce métal, que l'usine d'Imphy a eu l'idée de faire pour arriver à l'acier NC4. Une teneur en chrome de 2 % suffit, en effet, pour que

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 11, p. 178.

l'acier à 20 % de nickel présente toutes les qualités des aciers à 25 % de nickel très carburés et lui soit plutôt supérieur au double point de vue du travail de forge et de l'usinage. M. L. Dumas a même trouvé qu'un alliage à 16 % seulement de nickel, mais renfermant 3 % de chrome, non seulement n'est pas magnétique, mais encore ne le devient pas à — 188° dans l'air liquide ; la forte proportion de chrome a donc suffi pour donner à ce métal les caractères particuliers qui distinguent l'acier à 25 % de nickel simplement carburé.

Propriétés et applications des aciers au nickel. — En vue de montrer le parti que l'industrie a tiré ou peut tirer des aciers au nickel, nous allons passer en revue les différents spécimens et échantillons de ces aciers que l'on trouve à l'Exposition.

*1° Aciers à teneur en nickel inférieure à 10 %.* — Nous ne nous étendrons pas longuement sur les aciers à teneur en nickel inférieure à 6 ou 7 %, qui sont bien connus depuis longtemps. On sait que ces métaux se rapprochent beaucoup par leurs propriétés générales des aciers au carbone ordinaires, mais qu'ils s'en distinguent, après trempe au rouge cerise et recuit au rouge sombre, par leur peu de fragilité et la valeur élevée du rapport de la limite élastique à la charge de rupture. Ils ont éte surtout appliqués à la fabrication des blindages, et on trouvera à cet égard, dans le mémoire que nous avons publié dans les *Annales des Mines*, de nombreux résultats d'essais mécaniques. Ils ont été également employés, particulièrement en Amérique, à la confection de pièces de forge, pour lesquelles on recherchait des qualités spéciales, et le même mémoire donne, d'après M. Otto Vogel, des renseignements précis à cet égard.

Il paraît utile, toutefois, de signaler dans cette classe d'aciers, parmi les produits exposés, un essieu coudé de locomotive, en métal à 3 % de nickel, fourni à la Compagnie des Chemins de fer du Nord par les Forges et Aciéries d'Unieux. Cet essieu, qui a été pris sur une machine en service, a parcouru 222 880 kilom. et ne présente aucun défaut ; les barrettes de traction, de 13mm 8 de diamètre et de 100 millimètres de longueur entre repères, avaient accusé une limite élastique de 50 kilogr., une charge de rupture de 66kg 1 et un allongement moyen de 19 %. D'après ce qui nous a été dit, un autre essieu du même métal a parcouru 385 000 kilom., et, bien qu'il présentât une crique sérieuse, on pense qu'il aurait pu faire encore un long service. Ce dernier exemple est particulièrement intéressant en ce qu'il semble montrer que le métal dont il s'agit prévient avant de se rompre et donne ainsi une grande sécurité.

Nous ajouterons que le nickel à une teneur comprise entre 2 et 5 % paraît améliorer la qualité des aciers moulés. MM. Jacob Holtzer et Cie exposent deux moyeux, une roue et un pignon en acier moulé à 2 % de nickel, qui ont donné aux essais mécaniques les résultats suivants :

*1° Traction sur éprouvettes de 100 millimètres de longueur et 13mm 8 de diamètre.*

| | |
|---|---|
| Limite d'élasticité | 46k 1 |
| Charge de rupture | 68k 7 |
| Allongement pour cent | 18 |

*2° Choc sur barreaux de 30 × 30.*

| | |
|---|---|
| Flèche à 1m 50 | 10mm |
| Angle de ployage | 50° |

Avec une teneur en nickel un peu plus élevée, ce métal a été employé par MM. Schneider et Cie pour faire des cylindres de laminoirs. On peut voir, à l'exposition de la Société « Le Nickel », un cylindre pour fers à planchers, en acier moulé à 4,4 %, qui présente un très beau poli et une grande dureté de surface.

Enfin, en forçant encore la teneur en nickel, on obtient, toujours dans la catégorie des aciers moulés, des pièces de qualité très remarquable. MM. Holtzer et Cie présentent différentes petites pièces coulées en acier à 10 % de nickel, parmi lesquelles nous citerons un arbre de moteur d'automobile ; les essais de traction ont accusé, pour ces pièces, une limite élastique de 59kg 2 et une charge à la rupture de 77kg 8, avec un allongement de 12 %, et le barreau de choc a pu être ployé à bloc au pilon. En raison de la haute valeur de la limite élastique et de l'absence de fragilité révélée par l'essai au choc, le métal paraît devoir convenir aux pièces mobiles des moteurs d'automobiles, en raison des dangers qu'offrent les arrêts brusques, toujours à craindre pour ces moteurs.

*2° Aciers à teneur en nickel comprise entre 20 et 25 %.* — Parmi les aciers à teneur en nickel supérieure à 10 %, le seul qui ait paru jusqu'ici susceptible de véritables applications industrielles est le métal à 20 ou 25 % de nickel, avec ou sans chrome. Des tôles de ce métal ont été fournies en grand nombre à l'artillerie, et la plupart des grandes forges françaises en fabriquent aujourd'hui d'une manière courante soit au four Martin, soit au creuset.

Les essais de traction pratiqués sur ce produit se font sur barrettes de l'épaisseur de la tôle, de 30 millimètres de largeur et de 100 millimètres de longueur entre repères; les résultats exigés sont les suivants :

| | TOLES DE MOINS DE 0m 002 | | TOLES DE 0m 002 ET AU-DESSUS | |
|---|---|---|---|---|
| | VALEURS moyennes | VALEURS individuelles | VALEURS moyennes | VALEURS individuelles |
| | kilogr. | kilogr. | kilogr. | kilogr. |
| Après laminage et sans aucun traitement métallurgique préalable. | E > 48 | E > 43 | E > 50 | E > 45 |
| | R > 67 | R > 64 | R > 70 | R > 67,5 |
| | A % > 25 | A % > 20 | A % > 30 | A % > 25 |
| Après trempe au rouge cerise dans l'eau froide | E > 33 | E > 30 | E > 36 | E > 32 |
| | R > 65 | R > 62 | R > 67,5 | R > 65 |
| | A % > 35 | A % > 32 | A % > 38 | A % > 35 |

On fait, en outre, des essais de pliage; pour les tôles de moins de 2 millimètres d'épaisseur, le pliage est fait à bloc, et pour les tôles de 2 millimètres et au-dessus, à un rayon intérieur égal à l'épaisseur des tôles. Les barrettes, soumises à cette épreuve sans aucun traitement métallurgique, doivent supporter l'essai sans criques, ni gerçures.

Enfin, l'on fait également des essais d'élargissement de trous au mandrin et des essais d'emboutissage; ces derniers, appliqués seulement aux tôles de moins de 3 millimètres d'épaisseur, consistent dans la formation d'une calotte sphérique, dont le cercle de base a pour diamètre soixante-six fois l'épaisseur de la tôle et dont la flèche est égale au tiers de ce diamètre.

La Société de Châtillon-Commentry expose plusieurs emboutis et pliages à bloc sur tôles de 3 millimètres, tous parfaitement sains, ainsi que des vases en tôle trempée, emboutis au marteau, qui sont très réussis; la Société de Commentry-Fourchambault et la Compagnie des Forges et Aciéries de Saint-Étienne exposent également des pliages à bloc.

Nous donnons ci-après quelques résultats obtenus aux essais de traction :

| DÉSIGNATION du FABRICANT | ÉPAISSEUR DES TÔLES | MODE de TRAITEMENT | LIMITE D'ÉLASTICITÉ | CHARGE DE RUPTURE par millimètre carré | ALLONGEMENT % | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | | kilogr. | kilogr. | | |
| Compagnie Châtillon-Commentry et Neuves-Maisons | 3 | Naturelle. | 53,4 | 88,8 | 39,25 | Moyenne de deux barrettes. |
| | | Trempée. | 42,95 | 84,9 | 45,25 | Id. |
| | 2 | Naturelle. | 50,8 | 89,9 | 35.75 | Id. |
| | | Trempée. | 39,5 | 84,1 | 36,5 | Id. |
| | 1,5 | Naturelle. | 55,0 | 87,1 | 29,0 | Id. |
| | | Trempée. | 33,4 | 76,2 | 39,0 | Id. |
| Société anonyme de Commentry-Fourchambault et Decazeville | 3 | Naturelle. | 61,5 | 94,7 | 53,5 | |
| | 2 | Id. | 63,2 | 97,5 | 50,0 | |
| | 1 | Id. | 54,5 | 83,3 | 44,8 | |

On obtient la valeur relativement élevée de la limite élastique à l'état naturel, en terminant les tôles au moyen d'un laminage à froid, dans lequel la réduction d'épaisseur est d'environ les 0,06 de l'épaisseur primitive.

L'acier à 25 % de nickel a reçu quelques autres applications intéressantes, parmi lesquelles nous citerons, notamment, la fabrication des tubes en acier sans soudure pour chaudières. L'adoucissement produit par la trempe rend les coups de feu beaucoup moins dangereux pour ces tubes que pour ceux en acier ordinaire, en même temps que la résistance très grande offerte par le métal poli aux actions corrosives de l'eau et de la vapeur semble devoir leur assurer une durée beaucoup plus longue. Déjà M. Yarrow, en Angleterre, a fait des garnitures complètes de chaudières avec des tubes en acier à 25 % que lui a livrés l'usine Krupp d'Essen. On voit également à l'Exposition plusieurs tubes en acier sans soudure de différents diamètres, en métal de même composition, fabriqués par la Compagnie de Châtillon-Commentry et par la Société de Biache-Saint-Vaast.

Enfin, l'acier à 25 % de nickel s'étire en fils, à l'aide desquels on fait des câbles et des ressorts, beaucoup moins oxydables que ceux en acier ordinaire. Nous donnons ci-après des résultats d'essais pratiqués sur les produits de ce genre exposés par la Compagnie de Châtillon-Commentry :

*1° Fil.* — Diamètre 4mm 0 — R = 190 kilogr. par millimètre de section.
— 2mm 7 — R = 220 kilogr. — —
— 1mm 5 — R = 190 kilogr. — —
— 1mm 2 — R = 190 kilogr. — —

*2° Câble composé de six torons de sept fils n° 10.*

R = 210 kilogr. par millimètre de section.

3° *Ressorts.*

| DIAMÈTRE DU FIL en millimètres | NOMBRE de SPIRES | DIAMÈTRE EXTÉRIEUR du ressort en millimètres | LONGUEUR du RESSORT en millimètres | CHARGE DU RESSORT en kilogrammes |
|---|---|---|---|---|
| 1,2 | 10 | 14 | 35 | 3,500 |
| 1,5 | 32 | 11 | 87 | 7 » |
| 1,5 | 5 | 15 | 17,5 | 3,500 |
| 2,7 | 17 | 15 | 82 | 50 » |
| 4,0 | 11 | 25 | 73 | 70 » |

M. Vogel signale qu'en 1896 la marine américaine employait déjà des filets pare-torpilles en acier à 27,8 % de nickel et 0,40 % de carbone, confectionnés avec du fil de 2mm 94 de diamètre, dont la résistance à la rupture atteignait 131 kilogr. par millimètre carré.

A part ces applications spéciales, d'ailleurs assez restreintes, nous devons constater que, malgré les bons résultats obtenus à Guérigny avec le métal d'Imphy, l'acier à 25 % de nickel est encore peu utilisé. En fait de pièces de forge fabriquées avec ce métal, on ne voit guère à l'Exposition qu'un manchon pour jaquette porte-culasse de MM. Holtzer et Cie et un tube pour canon de l'usine de Montbard. On présente, d'ailleurs, pour le manchon un essai assez intéressant. Un cylindre de 200 millimètres de haut (fig. 2), découpé à l'extrémité, a été trempé et on a pu, par écrasement à la presse hydraulique, sous une pression de 900 tonnes, réduire la hauteur de 80 millimètres; on est ainsi arrivé à la forme donnée par le croquis ci-contre (fig. 3), qui correspond pour les fibres extérieures à un allongement de 40 % et pour les fibres intérieures à un allongement de 46 %.

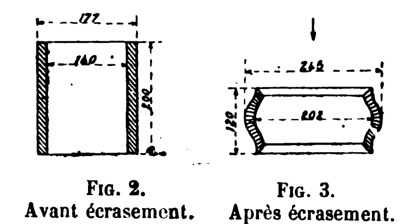


FIG. 2. Avant écrasement. FIG. 3. Après écrasement.

Firminy montre également une rondelle en métal à 25 % qui a été mandrinée à froid, et a pu acquérir une dilatation permanente de 55 % du diamètre primitif sans rupture.

3° *Aciers à 12 ou 13 % de nickel.* — En dehors des deux grandes classes d'aciers au nickel que nous venons d'examiner, on trouve une troisième catégorie d'alliages qui est représentée à l'Exposition et qui paraît appelée à un certain avenir. Ce métal, qui contient 12 à 13 % de nickel, avec ou sans chrome, a déjà été étudié à Guérigny. Il jouit de la curieuse propriété de durcir par le recuit au rouge cerise comme par la trempe et de s'adoucir par un simple recuit au bois étincelant, assez pour pouvoir subir facilement l'usinage sur les machines-outils. La dureté après forgeage ou après recuit au rouge cerise varie d'ailleurs suivant la teneur en carbone; avec un métal contenant 0,30 % de carbone, 12 % de nickel et 0,80 % de chrome, on a obtenu :

Sur barrettes naturelles : 180 kilogr. de charge de rupture et 3,4 % d'allongement;

Sur barrettes recuites au bois fumant : 130 kilogr. de charge de rupture avec 9,5 % d'allongement.

Dans les deux cas, la limite élastique était de 80 kilogr. environ.

Cet alliage paraît convenir à la fabrication des tubes pour canons ; l'usinage se ferait après recuit à la température de 450°, et un simple recuit ultérieur, à la température de 7 à 800°, suffirait pour rendre au métal sa grande dureté. Un tube de ce genre, exposé par MM. Holtzer et Cie a fourni les résultats suivants :

| TRAITEMENT SUBI | DIMENSIONS DES BARREAUX | | | RÉSULTATS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Diamètre en millimètres | Section en millim. carrés | Longueur en millimètres | Limite élastique en kilogr. par millim. carré | Charge de rupture en kilogr. par millim. carré | Allongement % | D—*d* | Cassure |
| Barreau trempé à l'huile vers 800° et recuit vers 400° | 13,8 | 149,6 | 50 | 133 | 136,7 | 15 | 3,8 | B |
| Barreau trempé à l'huile vers 800° et recuit vers 450° | 13,8 | 149.6 | 50 | 127 | 130,1 | 15 | 2,7 | B |
| Barreau trempé à l'huile vers 800°, recuit vers 550° et refroidi lentement | 13,8 | 149,6 | 50 | 136,7 | 159,7 | 9 | 0,9 | BI |
| Barreau trempé à l'huile vers 800°, recuit vers 700° et refroidi lentement | 13,8 | 149,6 | 50 | » | 161 | 3 | 0,3 | BI |

En élevant la température du recuit final on aurait pu obtenir sans doute une résistance encore plus élevée.

L'usine de Montbard expose un essieu creux pour l'artillerie, en acier à 12 % de nickel dont la résistance atteint 175 kilogr. par millimètre carré. On voit également dans l'exposition de la Société « Le Nickel », un essieu identique, pour lequel l'acier a été fourni à Montbard par Denain et Anzin, et dont MM. Schneider et Cie ont pu terminer la fusée à la meule. L'usine de Montbard a pu faire en outre, avec le même métal, des tubes pour bicyclettes de 17/19 et de 19/21.

4° *Aciers à teneur en nickel supérieure à 25 %.* — Enfin, les recherches de M. Guillaume ont conduit l'usine d'Imphy à certaines applications intéressantes des aciers à teneur en nickel supérieure à 25 %, applications qui sont d'ailleurs protégées par des brevets.

L'acier à 36 % de nickel, dont le coefficient de dilatation est notablement inférieur à celui du platine iridié, supporte très bien la gravure et n'est guère plus oxydable que le nickel pur ; on l'emploie à faire des règles de précision, des tiges de pendule, des hausses, dont la longueur a une constance presque absolue quelle que soit la température. Ce métal, qui présente une très haute résistance électrique, peut être avantageusement utilisé en fil à la confection de rhéostats.

L'acier à 44 % de nickel a le même coefficient de dilatation que le cristal ; on l'utilise sous forme de fil dans la fabrication du verre armé, et dans celle des lampes à incandescence, où il remplace le platine.

Les propriétés mécaniques de ces derniers alliages sont d'ailleurs très belles, et on a obtenu sur barrettes de traction de 13mm 8 de diamètre et de 50 millimètres de longueur les résultats suivants :

| | LIMITE d'élasticité | CHARGE de rupture | ALLONGEMENT % | STRICTION |
|---|---|---|---|---|
| | kilogr. | kilogr. | | |
| Métal à 36 % naturel | 52 | 87.5 | 56 | 63,8 |
| Métal à 36 % trempé | 43,5 | 83,2 | 55 | 60,3 |
| Métal à 44 % naturel | 42,8 | 71,2 | 45,5 | 59,4 |

Des barreaux de choc incisés, en métal à 36 % trempé et en métal à 44 %, n'ont pu être brisés au pilon et se sont déchirés en présentant à la rupture un nerf très soyeux.

CONCLUSION. — En somme, les aciers au nickel jusqu'à la teneur de 50 % présentent des propriétés très remarquables, variables suivant la proportion de nickel qu'ils contiennent, et l'on peut s'étonner qu'après l'étude très complète qui en a été faite dans ces dernières années, les métaux dont il s'agit n'aient pas pénétré plus avant dans le domaine des applications industrielles. Nous voyons à ce fait deux raisons principales. Dans l'ère de prospérité que traverse actuellement l'industrie sidérurgique, les usines tiennent évidemment peu à s'occuper de produits nouveaux, dont la mise en œuvre donnerait nécessairement lieu à certains tâtonnements. En outre, et c'est là le point capital, le prix du nickel est toujours relativement élevé (4 francs le kilogramme en moyenne), et le coût de la matière première, joint aux difficultés de forgeage et d'usinage qui augmentent singulièrement les frais de façon, est un obstacle sérieux à l'essor des aciers au nickel.

Les applications de ces métaux, actuellement limitées aux produits militaires et à quelques emplois spéciaux, pour lesquels le prix du métal n'a qu'une faible importance, ne pourront guère se développer sérieusement que le jour où, sans passer par l'intermédiaire du nickel pur, dont la préparation demande une longue série d'opérations, l'on pourra fabriquer directement des fontes au nickel analogues au ferro-chrome et au ferro-manganèse. C'est à cette transformation que doivent tendre actuellement les efforts des métallurgistes pour permettre à l'industrie de tirer un sérieux parti des précieuses qualités des aciers au nickel.

A. ABRAHAM,
*Ingénieur des constructions navales.*

## CHEMINS DE FER

### LE FUNICULAIRE DE MONTMARTRE, A PARIS

Depuis le 13 juillet dernier fonctionne, le long de l'escalier conduisant de la rue Foyatier à la rue Lamark (fig. 6), un funiculaire qui, pour un prix minime (0 fr. 10 pour la montée, 0 fr. 05 pour la descente) évite aux piétons l'ascension pénible de 220 marches d'escalier.

La différence d'altitude entre les deux extrémités du funiculaire est de 36m56 pour une distance horizontale de 85 mètres (fig. 1 et 2), ce qui correspond à une pente moyenne de 0m 36 par mètre. La distance entre les façades intérieures des stations est de 105 mètres et celle entre les façades extérieures de 117 mètres.

Le transport des voyageurs se fait à l'aide de deux voitures reliées par un câble passant sur un tambour aménagé dans le sous-sol de la gare supérieure. Ces véhicules circulent sur deux voies droites complètement distinctes, de 105 mètres de longueur et s'équilibrent à l'aide d'une surcharge d'eau ; les voitures sont munies, à cet effet, de caisses étanches de 5 mètres cubes de contenance.

Pour mettre le système en mouvement, on ajoute dans la caisse de la voiture descendante un poids d'eau, fonction de la différence du nombre de voyageurs à transporter dans les deux sens.

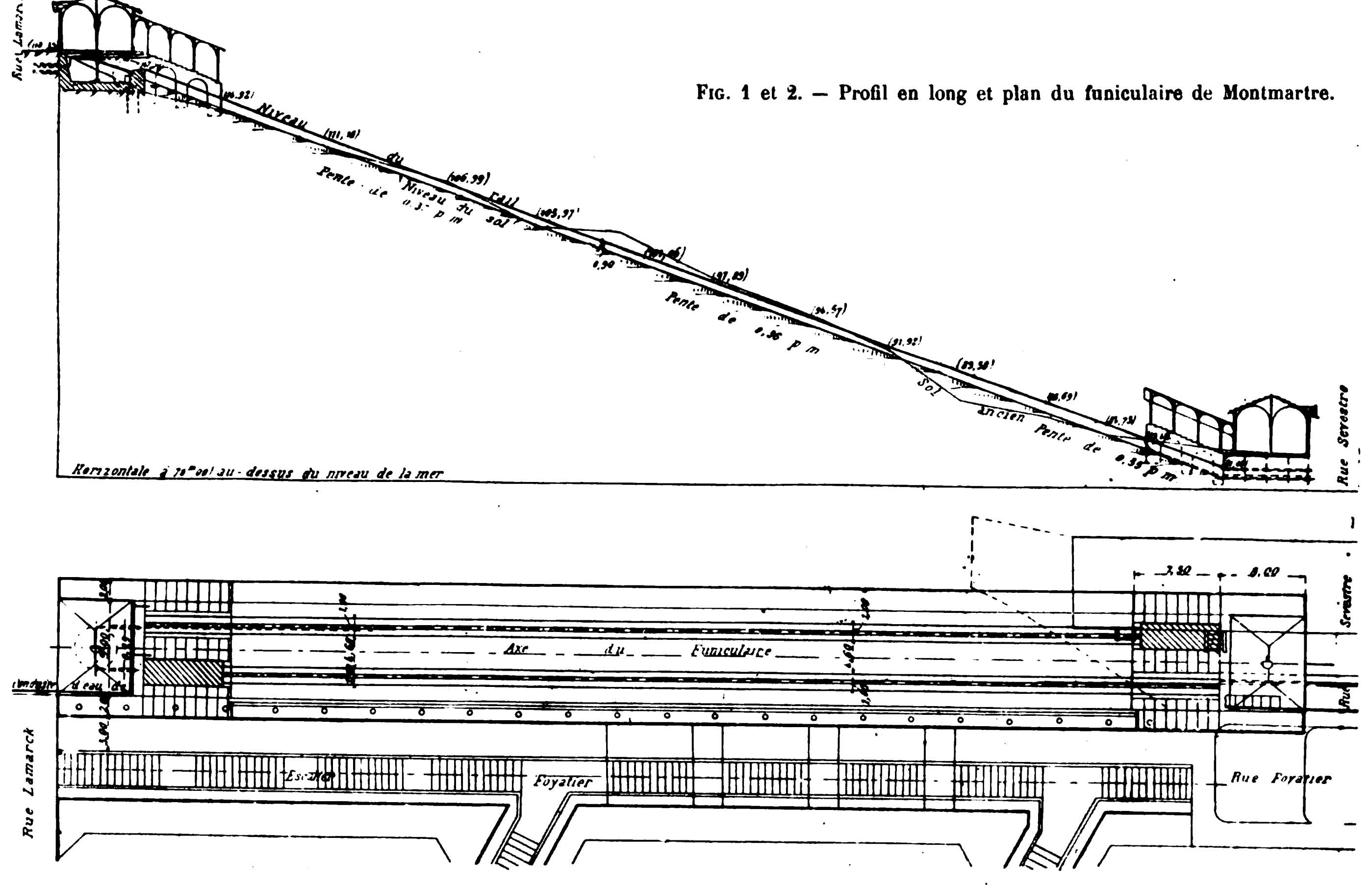



Fig. 1 et 2. — Profil en long et plan du funiculaire de Montmartre.

La surcharge ainsi obtenue entraîne la voiture descendante avec une vitesse calculée pour ne pas dépasser $1^{m}50$ à la seconde et, par l'intermédiaire du câble, produit le mouvement ascensionnel du wagon inférieur dont les caisses à eau ont été préalablement vidées.

L'eau nécessaire, empruntée au réservoir de la Ville établi au sommet de la butte Montmartre, est restituée, en bas, dans les canalisations de la Ville affectées à l'arrosage.

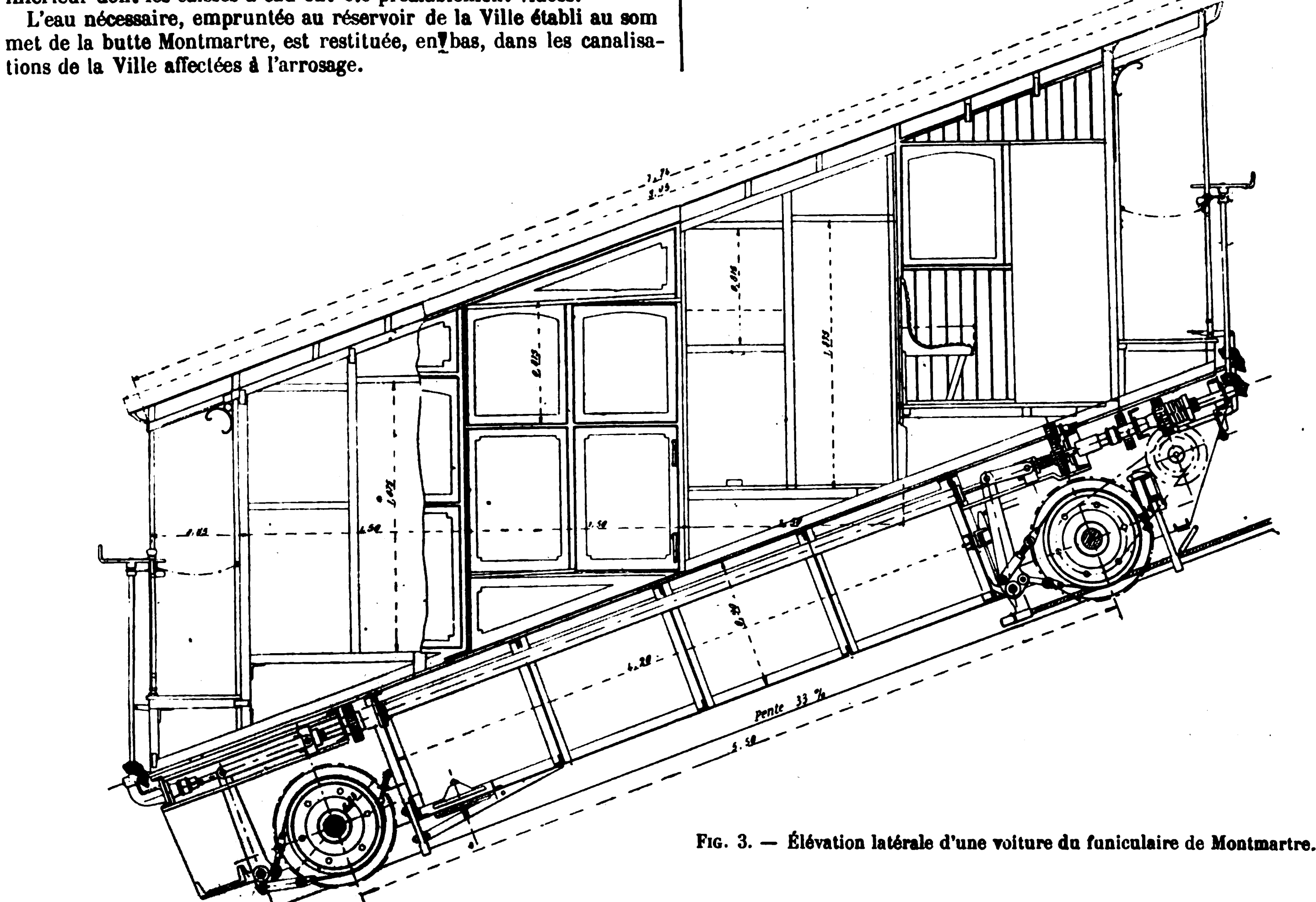



Fig. 3. — Élévation latérale d'une voiture du funiculaire de Montmartre.

Voitures. — Les voitures (fig. 3) disposées en gradins suivant l'inclinaison du profil, se composent de quatre compartiments fermés et de deux plates-formes pour le conducteur, l'une à l'avant, l'autre à l'arrière. Elles peuvent contenir quarante-huit personnes, douze par compartiment.

Dans chaque compartiment un banc transversal permet à quatre voyageurs de s'asseoir, les autres places sont debout.

Les voitures, constituées par une caisse reposant sur un châssis, ont $7^{m}70$ de longueur totale et $2^{m}40$ de largeur ; elles sont supportées par deux essieux espacés de $5^{m}50$.

# EXPOSITION DE 1900.

## LOCOMOTIVE COMPOUND EXPRESS AVEC MÉCANIQUE AUXILIAIRE DE LA SOCIÉTÉ KRAUSS ET Cie DE MUNICH.

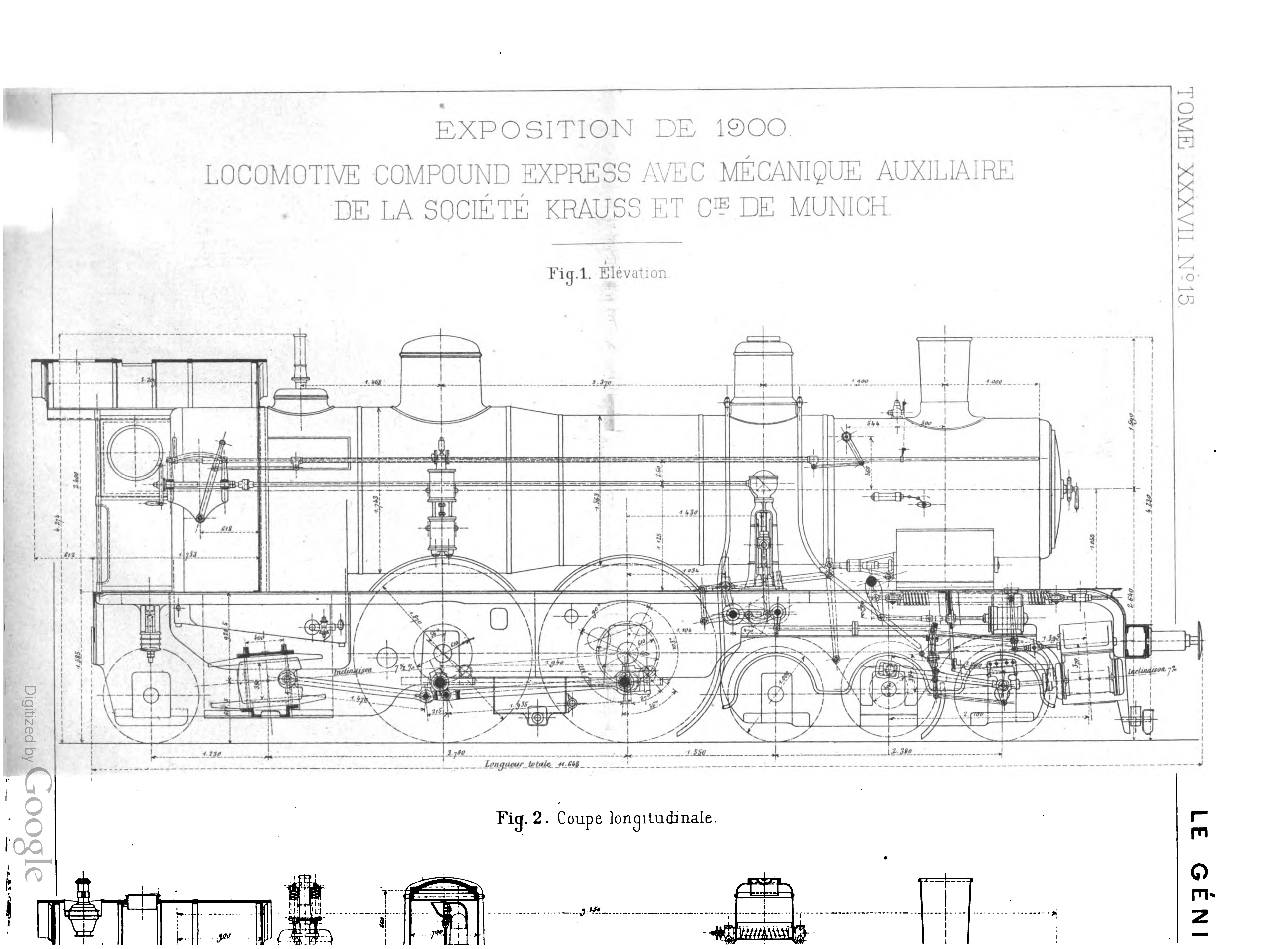



Fig. 1. Élevation.

Fig. 2. Coupe longitudinale.

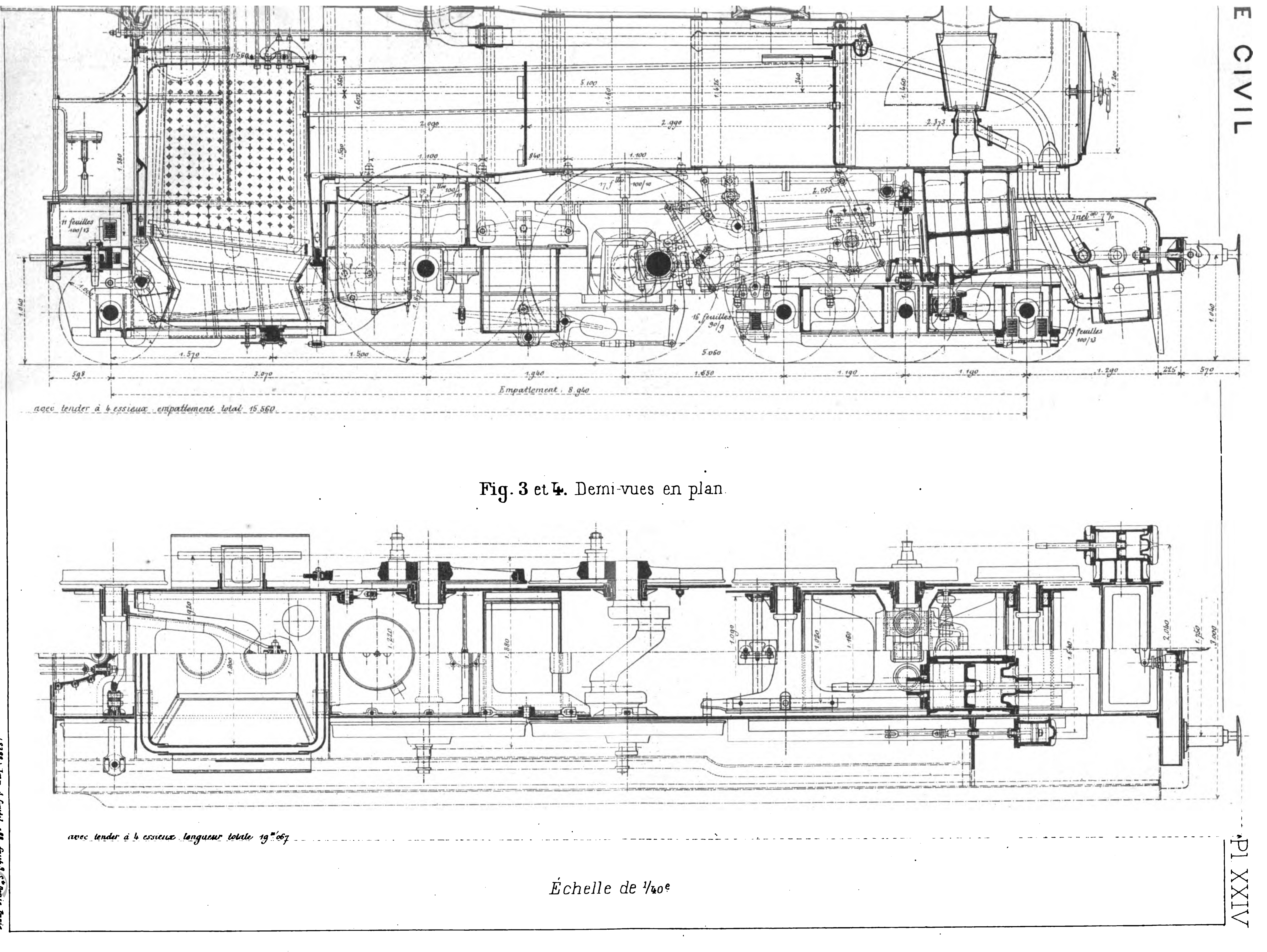



Fig. 3 et 4. Demi-vues en plan

(8388) Imp. A. Gentil, 188, faub. S.t Denis Paris.

Les caisses à eau, dont nous avons déjà parlé, sont aménagées entre les deux longerons du châssis et les deux essieux.

La caisse de la voiture et le châssis pèsent environ 10 tonnes.

*Freins.* — Afin de parer à tout accident pouvant résulter de la rupture du câble, d'un excès de vitesse du véhicule, etc., on a multiplié les freins sur les voitures. Ceux-ci, partagés en deux groupes, agissent tous sur des tambours placés à droite et à gauche d'une roue dentée calée sur chacun des essieux et engrenant avec une crémaillère centrale ; cette dernière est disposée dans l'axe de la voie.

Chaque frein agit simultanément sur les deux essieux, mais, en cas de rupture successive, un seul de ces freins est capable de résister à l'effort et de maintenir la voiture en place par le seul fait de l'immobilisation d'une roue dentée sur la crémaillère et du serrage automatique d'étaux empêchant la voiture de se soulever en cas d'arrêt brusque.

Fig. 4. — Le funiculaire de Montmartre : Vue prise de la partie inférieure.

Le premier système de frein comprend :

1° Un frein à main agissant à la volonté du conducteur. Cet appareil, ainsi que le montre la figure 3, est constitué par un arbre courant sous toute la voiture et portant à chacune de ses extrémités un pignon denté, qui sert à sa commande par un arbre vertical et un volant. A proximité de chaque essieu, cet arbre présente une partie filetée sur laquelle peut se déplacer longitudinalement un curseur dont le mouvement, dans un sens ou dans l'autre, détermine le serrage des sabots de frein sur un tambour calé sur l'axe de la roue dentée ;

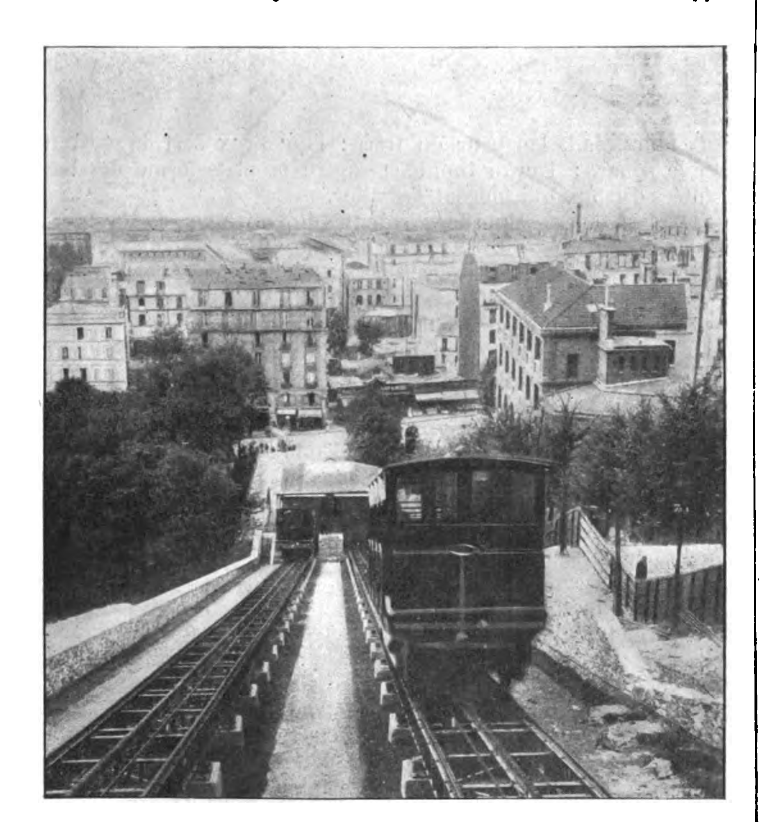


Fig. 5. — Vue du funiculaire de Montmartre, prise de la partie supérieure.

2° Un frein automatique régulateur de vitesse, qui agit dès que la vitesse normale de 1m 50 est dépassée.

La partie originale de ce frein consiste dans la façon dont il est mis en action : un train d'engrenages, multiplicateur de vitesse, relie l'essieu de la voiture à une sorte de régulateur centrifuge, dont les pièces mobiles viennent s'appliquer à l'intérieur d'une poulie et l'entrainent dès que la vitesse du véhicule atteint et dépasse 1m 50. Cette poulie, étant calée sur un arbre solidaire de celui du frein à main, serre les sabots du frein à main dès qu'elle est entraînée.

Le conducteur n'a pas à intervenir dans la manœuvre du frein-régulateur de vitesse; il doit seulement, en agissant sur le frein à main, empêcher l'arrêt de la voiture qui se produirait alors sûrement sans son intervention. Cet appareil fonctionnerait à l'insu du conducteur en cas de rupture ou de simple détente du câble.

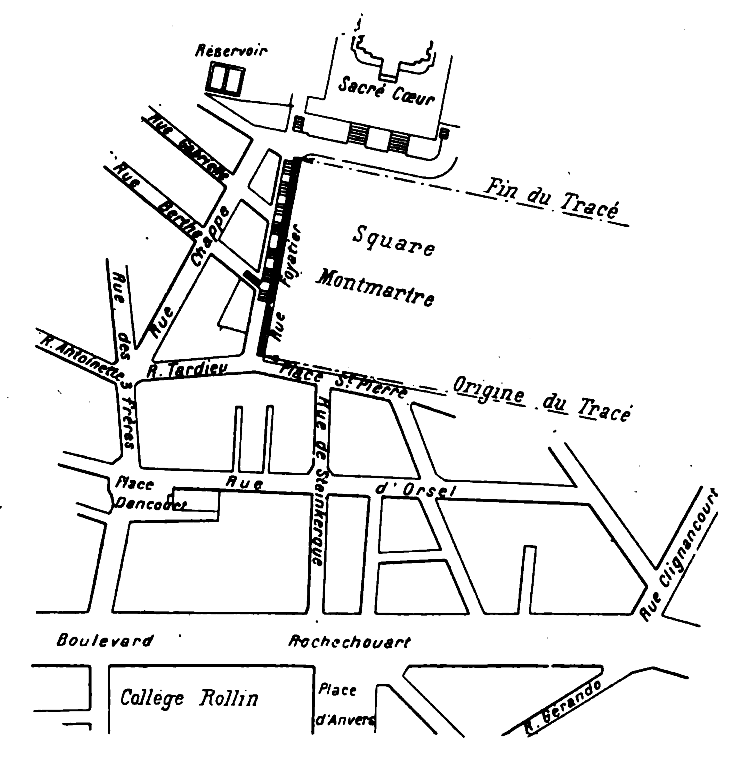



Fig. 6. — Plan de situation du funiculaire de Montmartre.

Le deuxième système de frein, complètement indépendant du premier, comprend :

1° Un frein automatique en cas de rupture ou de détente du câble; il agit également sur des tambours calés sur l'axe des roues dentées, mais placés de l'autre côté.

Ce frein peut être aussi mis en mouvement, en cas de danger quelconque, à l'aide d'une pédale installée à proximité des pieds du conducteur.

2° Enfin des étaux de serrage empêchent automatiquement la voiture de se soulever en cas d'arrêt précipité.

Ces différents systèmes de freins sont imposés par le Contrôle suisse dans les installations similaires de ce pays; ils permettent de parer à tous les cas d'accidents qui peuvent être prévus dans une exploitation de ce genre.

Le serrage est calculé pour un effort équivalent à celui que nécessite, en agissant sur un seul essieu, l'enrayage de la voiture animée d'une vitesse de 1m50 à la seconde, abandonnée à elle-même par suite de la rupture du câble. Les freins sont refroidis par un filet d'eau pour éviter tout grippement.

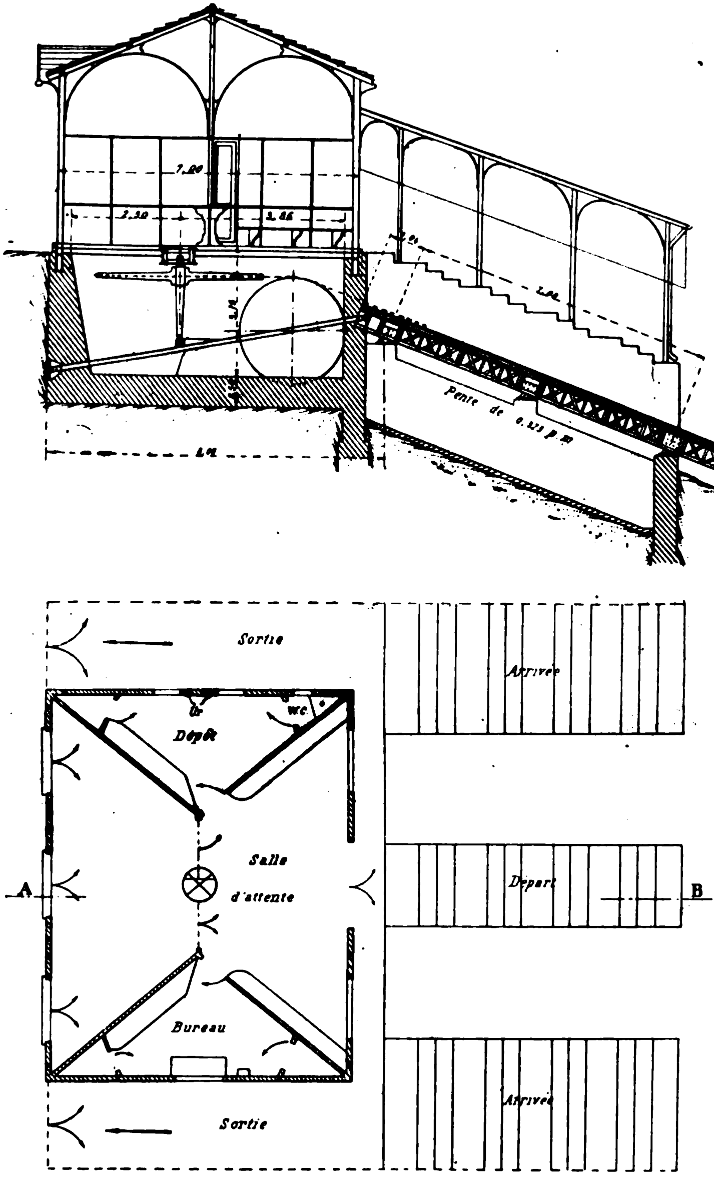



**Fig. 7 et 8. — Coupes verticale et horizontale de la station supérieure du funiculaire de Montmartre.**

Cable. — Les poids situés aux extrémités du câble ne peuvent excéder : $10^t + 5^t = 15$ tonnes, la charge maximum en voyageurs et en eau ne pouvant dépasser 5 tonnes.

La composante suivant la pente sera donc au maximum, dans ce funiculaire, de $15^t \times \sin \alpha = 15^t \times 0{,}30 = 4^t5$.

Le constructeur, qui est la Société nouvelle des Établissements Decauville ainé, a admis dans ses calculs 5 000 kilogr. et, faisant seulement travailler le câble au $^1/_{10}$, il a trouvé qu'un câble pesant 3kg500 par mètre courant, serait largement suffisant; il a, cependant, pour plus de sécurité, adopté un câble pesant 4 kilogr. au mètre.

Ce câble est relié aux voitures de la façon suivante : une pièce en fer, solidement ajustée en dessous du bâti, porte un œil dans lequel s'engage librement l'une des extrémités du câble. Celle-ci pénètre ensuite dans une sorte d'ajutage tronconique qui viendra s'appuyer par sa petite base sur le pourtour de l'œil dont nous venons de parler. Chaque fil du câble est alors séparé, étamé et replié sur lui-même, puis le tout est noyé dans une espèce de soudure; on obtient ainsi un bourrelet qui retient le câble et réalise une attache très solide et facilement vérifiable.

Voie. — Ainsi que nous l'avons dit au début, la différence de niveau entre les extrémités inférieures et supérieures des rails, est de 36m56; le tracé est en alignement droit et la rampe maximum est de 0m373 par mètre. Pour équilibrer en partie le poids du câble, on a adopté pour la voie un profil parabolique; sa largeur entre les champignons des rails est de 1m40. Les rails sont placés sur des longrines inclinées, supportées tous les 3m50 par des sabots en fonte, reposant euxmêmes sur des dés en béton sur fondations en maçonnerie qui vont chercher le terrain solide (fig. 4 et 5).

Les longrines sont boulonnées aux sabots en fonte au droit de chacun des dés. Cette disposition évite non seulement le glissement de la longrine, mais en permet encore le relevage facile, dès qu'une dénivellation se produit. La poutre est, en outre, ancrée à sa partie supérieure, à l'aide de larges fers noyés dans un massif de maçonnerie de plus de 300 tonnes.

Le jeu de la dilatation est assuré par des joints de 0m004 à 0m01 de largeur. Enfin, les longrines étant entretoisées tous les mètres, l'ouvrage constitue un système indéformable.

Le sol a été nivelé de façon à présenter une surface parallèle aux rails et à 0m90 en contre-bas; cette plate-forme est resserrée entre deux murs, de la longueur du tracé : l'un d'eux sert de séparation avec le square; l'autre limite et sépare la plate-forme des terres plantées d'arbres qui longent l'escalier.

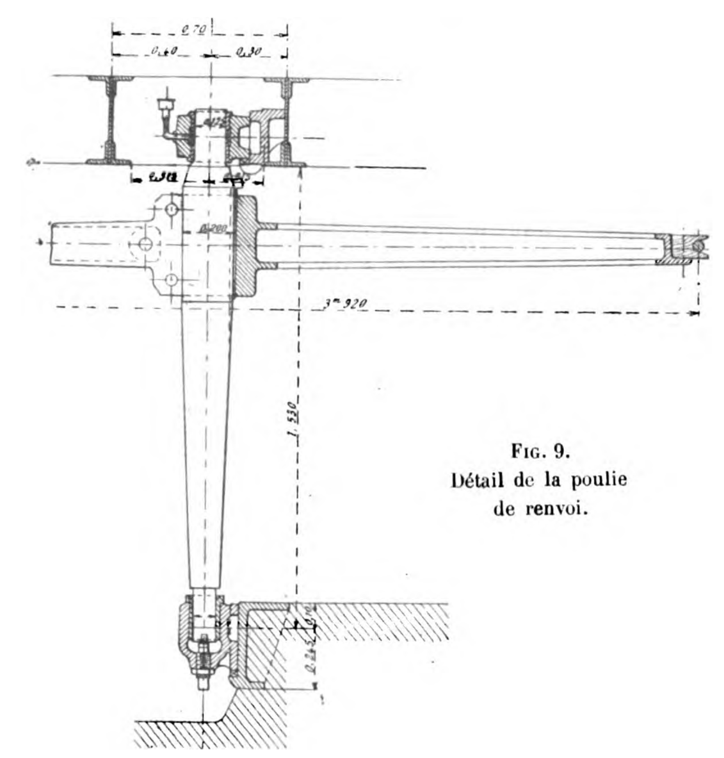


Fig. 9.
Détail de la poulie de renvoi.

Stations. — A chacune des extrémités du funiculaire de Montmartre est aménagée une gare (fig. 7 et 8), dont l'installation a été prévue pour un mouvement de voyageurs assez considérable. Le public accède à ces gares par trois portes en façade, d'où il se dirige vers un tourniquet-compteur, puis pénètre dans une salle d'attente.

Lorsqu'une voiture arrivant du bas, s'arrête à la station du haut, les voyageurs sortent par les portes extérieures des voitures et s'échappent par le quai de sortie de droite ou de gauche, donnant sur la rue Lamark dont il n'est séparé que par une grille. Lorsque les portes extérieures des voitures sont fermées, l'employé préposé au tourniquet ouvre la porte de la salle d'attente donnant sur un quai central et le public entre dans les voitures par le côté opposé à la sortie. La porte de la salle d'attente fermée, le conducteur, après avoir été avisé du nombre de voyageurs installés dans la voiture du bas, ouvre la valve d'entrée de l'eau, placée à sa portée, près de la plate-forme qu'il occupe; il remplit ainsi les caisses à eau jusqu'au niveau indiqué par une échelle, graduée d'après le poids d'eau nécessaire à l'ascension d'un voyageur. La voiture en descendant remonte l'autre véhicule dont l'eau a été vidée automatiquement à son arrivée à la station du bas : la voiture, par son propre poids, fait agir un levier qui ouvre un large clapet livrant passage à l'eau emmagasinée en haut.

Sous le bâtiment supérieur et lui servant de fondation, se trouve un sous-sol agencé (fig. 7 et 8), contenant les poulies de renvoi et de déviation; la poulie de renvoi (fig. 9) a 4 mètres de diamètre et les deux poulies de déviation ont chacune 2 mètres de diamètre. Toutes ces poulies sont garnies de jantes interchangeables en frêne.

La surface des bâtiments proprement dits est de 63 mètres carrés par station; celle des hangars protégeant les voyageurs et les voitures est de 72 mètres carrés.

Les voyageurs qui entrent sont seuls contrôlés par un tourniquet-compteur; chaque personne entrant correspond à une recette de 0 fr. 10 en bas et 0 fr. 05 en haut.

Les départs ont lieu ordinairement toutes les sept minutes et demie pendant six heures et toutes les cinq minutes pendant dix heures ; la durée totale du service est dix-sept heures en été, elle sera de quinze heures en hiver.

L'exploitation est cependant réglée sur les exigences du trafic, le minimum des trains étant de 50 dans chaque sens, et le maximum possible de 200 par jour.

Le funiculaire est établi complètement sur les terrains de la Ville de Paris. Le projet en a été dressé et les travaux dirigés par M. Schlüssel, Ingénieur des Arts et Manufactures, secrétaire général de la Société Decauville.

J. Laverchère.

## LÉGISLATION

### DÉCLARATION DES ACCIDENTS DU TRAVAIL

La loi du 9 avril 1898 *concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail* a indiqué, dans son article 11, la règle et les formalités relatives à la déclaration de ces accidents :

Tout accident ayant occasionné une incapacité de travail doit être déclaré, dans les quarante-huit heures, par le chef d'entreprise ou ses préposés, au maire de la commune qui en dresse procès-verbal.

Cette déclaration doit contenir les noms et adresses des témoins de l'accident. Il y est joint un certificat de médecin indiquant l'état de la victime, les suites probables de l'accident et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif.

La même déclaration pourra être faite par la victime ou ses représentants.

Récépissé de la déclaration et du certificat du médecin est remis par le maire au déclarant.

Avis de l'accident est donné immédiatement par le maire à l'Inspecteur divisionnaire ou départemental du travail ou à l'Ingénieur ordinaire des mines chargé de la surveillance de l'entreprise.

L'article 15 de la loi du 2 novembre 1892 et l'article 11 de la loi du 12 juin 1893 cessent d'être applicables dans les cas visés par la présente loi.

Ces dispositions étaient susceptibles de présenter, dans la pratique, certaines difficultés ou incertitudes que le ministre du Commerce et de l'Industrie a prévues et solutionnées par avance dans une circulaire [1] aux préfets, publiée au *Journal Officiel* du 22 août 1899.

Il est intéressant d'éclairer, au moyen de ce document, les diverses dispositions de l'article 11 ci-dessus.

I. — De la déclaration d'accident. — *1° Des accidents à déclarer.* — La loi astreint les chefs d'entreprise à déclarer « tout accident ayant occasionné une incapacité de travail ».

Cette formule est en corrélation directe avec l'article premier de la loi qui indique les professions assujetties au nouveau régime de responsabilité en matière d'accidents de travail. Ne sont donc soumis à la déclaration que les « accidents survenus par le fait du travail, ou à l'occasion du travail, aux ouvriers et employés occupés dans l'industrie du bâtiment, les usines, manufactures, chantiers, les entreprises de transports par terre et par eau, de chargement et de déchargement, les magasins publics, mines, minières, carrières et, en outre, dans toute exploitation ou partie d'exploitation dans laquelle sont fabriquées ou mises en œuvre des matières explosives, ou dans laquelle il est fait usage d'une machine mue par une force autre que celle de l'homme ou des animaux ». Pour ces établissements, il y a lieu, en principe, à déclaration, toutes les fois qu'il se produit un « accident » et que cet accident a occasionné « une incapacité de travail » ou, à plus forte raison, la mort.

Il importe peu que l'accident paraisse sans aucune gravité. Les chefs d'entreprise n'en doivent pas moins remplir la formalité de la déclaration. Même pour ces accidents d'apparence d'abord insignifiante, telle conséquence peut se développer, ou telle complication survenir, qui entraîne finalement une interruption de travail proprement dite. Et alors, si la déclaration n'a pas été au préalable et régulièrement effectuée dans le délai moral, le chef d'entreprise se trouvera, de ce seul fait, constitué en faute et passible d'une pénalité.

S'il arrivait, au contraire, qu'un accident n'ayant entraîné sur-le-champ aucune interruption de travail, aboutisse directement à une incapacité ultérieure, le chef d'entreprise n'aurait évidemment pas en ce cas à se reprocher l'absence de déclaration, et le délai imparti pour la faire ne courrait, à son encontre, qu'à partir du jour où se manifesterait l'incapacité de travail effective.

Quoi qu'il en soit, on ne saurait trop conseiller de faire la déclaration à toute éventualité, car la jurisprudence tend à considérer cette obligation comme impérieuse et absolue [2].

Au surplus, le chef d'entreprise est astreint à la déclaration pour tous les accidents atteignant le personnel appelé à bénéficier de la loi du 9 avril 1898, quel que soit le lieu où les accidents se sont produits. La loi implique obligation de déclaration pour tous les accidents « survenus par le fait du travail ou à l'occasion du travail », et, par conséquent, aussi bien pour les accidents survenus dans un travail extérieur, au domicile des clients de l'entreprise, ou dans une course commandée, que pour les accidents survenus au siège même ou dans les chantiers de l'exploitation.

Par contre, le chef d'entreprise ne serait point tenu à la déclaration, en vertu de la loi de 1898, si la victime de l'accident n'était pas un des bénéficiaires de la loi, par exemple, s'il s'agissait d'un tiers blessé dans son usine ou sur ses chantiers, au cours d'une visite ou d'une mission qu'il accomplissait pour le compte d'autrui. De même, si l'accident n'était évidemment pas un accident du travail ; par exemple, si la victime succombait à un anévrisme ou était blessée dans une rixe, sauf à elle, bien entendu, ou à ses ayants droit, à user, le cas échéant, de son droit direct de déclaration, si la cause ou le caractère de l'accident se trouvaient contestés entre les parties.

*2° Du lieu de la déclaration.* — La déclaration doit être faite, porte l'article 11 de la loi, « au maire de la commune ». Il s'agit du maire de la commune *où l'accident s'est produit.*

La localisation de l'accident et, par suite, la détermination de la mairie où la déclaration doit être effectuée n'offrira le plus souvent aucune difficulté.

Il se peut cependant, en matière d'accidents de roulage et surtout en matière d'accidents de chemin de fer, que l'accident n'apparaisse qu'après coup, souvent même à une grande distance du lieu où il s'est vraisemblablement produit. Dans ce cas, c'est à la mairie de la commune où il est reconnu ou bien à la mairie de la commune où a lieu le premier arrêt, que la déclaration devient obligatoire. Le vœu du législateur est, en effet, que le maire et, s'il y a lieu, le juge de paix saisis se trouvent être les magistrats les plus rapprochés du théâtre de l'accident et le mieux à même dès lors, au moins d'une manière générale, de provoquer ou de vérifier les premières constatations.

Quant aux accidents survenus dans une mine, minière ou carrière, s'étendant sous le territoire de plusieurs communes, ils devront être déclarés à la mairie de la commune où sont situés les bâtiments d'exploitation, par analogie avec la mesure qu'édicte le décret du 6 mai 1811 (art. 21) en matière de redevances minières.

C'est d'ailleurs le maire qui a seul qualité pour recevoir régulièrement la déclaration d'accident, à l'exclusion de tout autre fonctionnaire de l'ordre administratif ou judiciaire. Le texte de l'article 11 de la loi est absolument formel ; nul autre que le maire ou ses représentants ne peut donner récépissé valable des déclarations d'accidents et décharger, au regard de cette prescription, le chef d'entreprise assujetti.

*3° Du déclarant.* — L'obligation de la déclaration pèse sur « le chef d'entreprise ou ses préposés ». C'est-à-dire que le chef d'entreprise, sans avoir à justifier d'aucun empêchement, peut toujours se dispenser d'une déclaration personnelle, à la condition qu'il en délègue le soin à l'un quelconque de ses préposés, chefs de service ou contremaîtres dépendant de lui. Mais, en cas d'absence de déclaration régulière, la contravention est encourue par le chef d'entreprise, à moins qu'il ne prouve qu'il a été empêché, par exemple, parce qu'il était en voyage au moment de l'accident. Dans cette dernière hypothèse, c'est le « préposé », chef immédiat de l'exploitation ou partie d'exploitation dans laquelle l'accident s'est produit, qui demeurerait personnellement passible des peines prévues par la loi.

« Obligatoire » pour le chef d'entreprise ou son délégué, la déclaration d'accident est « facultative » pour la victime elle-même ou ses représentants. Ceux-ci comprennent tous les ayants droit actuels ou éventuels de la victime, ses parents ou même ses amis ou voisins, sans que le maire puisse être tenu de recevoir de leur part plus d'une seule déclaration, en outre de la déclaration du chef d'entreprise.

*4° Du délai imparti pour la déclaration.* — La loi ne réserve expressément qu'un délai de « quarante-huit heures » pour la déclaration et la production concomitante du certificat médical qui doit y être annexé.

D'après la formule employée par le législateur et la valeur que la jurisprudence assigne aux formules analogues, le délai dont il s'agit court d'heure à heure, à partir du moment de l'accident, et il n'est point prorogé à raison des fêtes légales ou des jours fériés qui peuvent le traverser. Pour un accident survenu, par exemple, un lundi à cinq heures du soir, le délai légal expire le surlendemain mercredi à cinq heures.

Si l'on tient compte du temps d'ouverture relativement restreint de certaines mairies dans les petites communes, on voit que les chefs d'entreprise avisés devront presque toujours se préoccuper de se procurer le jour même de l'accident les éléments de la déclaration et le certificat médical qui la complète nécessairement.

Il se produira même assez souvent que l'un des deux jours impartis sera un dimanche. Malgré les difficultés que cette coïncidence peut impliquer au point de vue de la réception des déclarations dans les

(1) Cette circulaire ministérielle est signée du 21 août 1899.

(2) Tribunal de simple police de Chartres, 6 avril 1900, *Gazette des Tribunaux*, 1900-2-481.

mairies et aussi de la recherche préalable des certificats médicaux, il faut constater que le texte de l'article 11 ne se prête à aucun tempérament.

En laissant passer le délai de quarante-huit heures à compter de l'accident, ou, exceptionnellement, à partir de l'incapacité de travail qui vient à se manifester après l'accident, le chef d'entreprise qui a omis de faire la déclaration ou, ce qui revient au même, de produire une déclaration régulière, accompagnée du certificat médical exigé, devient passible de la pénalité prévue par la loi. Mais il ne s'ensuit point que, passé ce délai, le maire ait le droit d'écarter sa déclaration ou de lui en refuser récépissé. A toute époque, la déclaration tardive du chef d'entreprise doit être acceptée par le maire, sauf à celui-ci à provoquer, s'il le juge convenable, l'application de la peine encourue du fait de ce retard.

A plus forte raison, la déclaration facultative de la victime ou de ses représentants n'est-elle assujettie à aucune limitation de délai.

5° *De la forme et du contenu de la déclaration.* — La loi du 2 novembre 1892 et celle du 12 juin 1893 admettaient une déclaration collective pour chaque accident survenu, quel que fût le nombre de ses victimes. Il n'en saurait être de même sous le régime de la loi de 1898, car chaque accident peut nécessiter une enquête distincte et comporter une instance à part. Aussi doit-il y avoir désormais autant de déclarations que de victimes.

A l'effet d'unifier la rédaction de ces déclarations, un décret du 30 juin 1899 (1) a déterminé un modèle officiel, qui a été complété par un autre décret du 18 août (2) de la même année. Il appartient aux chefs d'entreprise d'être en possession de ce modèle et de rédiger leurs déclarations conformément à ses indications. Toutefois, il ne semble pas que les déclarations ne soient absolument recevables que sous cette forme réglementaire, mais que le maire doit les recevoir toutes, sans pouvoir se faire juge définitif de leur contenu, pourvu qu'elles renferment les renseignements essentiels, qu'elles soient régulièrement signées et qu'elles se trouvent accompagnées du certificat médical correspondant.

II. Du certificat médical. — Le certificat médical constitue le complément obligatoire de la déclaration. La loi dispose expressément qu'il y doit être joint. Il fait, pour ainsi dire, corps avec elle, à tel point que ces deux pièces, considérées comme un document unique, ne donnent lieu, d'après le texte formel de l'article 11, qu'à un même récépissé.

Pourtant, la déclaration serait recevable sans certificat médical dans les deux cas suivants : 1° s'il y a eu accident entraînant mort immédiate, car le certificat médical ne peut alors affirmer que ce qui résulte déjà de la déclaration ; 2° si le chef d'entreprise rapporte une attestation du médecin constatant que la victime a refusé de se laisser visiter par lui et a mis ainsi un obstacle matériel à la production du certificat légal.

Mais, sous ces réserves, le maire serait tenu de refuser une déclaration qui ne serait point accompagnée du certificat médical, parce que cela le mettrait dans l'impossibilité de remplir lui-même l'obligation prévue par l'article 12, qui lui impose, au cas où le certificat médical révèle que la blessure peut être suivie de mort ou d'incapacité permanente, de transmettre immédiatement la déclaration et le certificat du médecin au juge de paix du canton où l'accident s'est produit.

Au surplus, la production du certificat médical, qui est obligatoire pour le chef d'entreprise, est également obligatoire pour la victime ou pour ses représentants, s'ils veulent faire eux-mêmes une déclaration.

Il n'y a pas de modèle réglementaire pour la formule du certificat médical. Aux termes de l'article 11 de la loi, il est dit simplement que cette pièce doit indiquer « l'état de la victime, les suites probables de l'accident et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaitre le résultat définitif ».

Le certificat dont il s'agit est exempt de timbre, mais il n'est pas nécessairement délivré à titre gratuit : la gratuité prévue pour les divers actes relatifs à la loi de 1898 ne vise que le compte du Trésor, sans vouloir imposer à des tiers des charges sans compensation. La partie qui requiert un certificat doit en payer le prix au médecin qui le délivre.

III. Du récépissé. — Le récépissé de la déclaration et du certificat du médecin est remis par le maire au déclarant.

Il doit lui être délivré immédiatement. Rien n'autoriserait le maire à refuser aux intéressés, ne fut-ce que pendant quelques heures, la preuve qu'ils ont obtempéré aux prescriptions de la loi.

Et il faut que le récépissé soit « remis » au déclarant, ce qui écarte l'hypothèse de récépissés délivrés, comme de déclarations faites, par voie postale.

Le récépissé constate l'accomplissement des obligations qui incombent au chef d'entreprise. Celui-ci n'a pas à se préoccuper des formalités qui suivent, telles que rédaction du procès-verbal de déclaration, avis au service d'inspection et, s'il y a lieu, au juge de paix. C'est le maire qui doit y pourvoir.

IV. Pénalités. — En raison de l'importance particulière qu'il attachait aux prescriptions édictées en l'article 11, le législateur a pris soin de leur réserver une sanction pénale.

Cette sanction est formulée par l'article 14 qui dispose :

Sont punis d'une amende d'un à quinze francs (1 à 15 fr.) les chefs d'industrie ou leurs préposés qui ont contrevenu aux dispositions de l'article 11.

En cas de récidive dans l'année, l'amende peut être élevée de seize à trois cents francs (16 à 300 fr.).

L'article 463 du Code pénal est applicable aux contraventions prévues par le présent article.

Il résulte de ce texte que si la première infraction n'entraîne qu'une contravention de simple police, la récidive constitue un délit correctionnel.

C'est l'occasion de rappeler qu'une déclaration inexacte ou incomplète tombe sous le coup de la loi comme l'absence même de toute déclaration.

Louis Rachou,
*Docteur en droit,*
*Avocat à la Cour d'Appel de Paris.*

(1) *Journal Officiel* du 1er juillet 1899.
(2) *Journal Officiel* du 22 août 1899.

## VARIÉTÉS

### De la transformation des végétaux en combustibles fossiles.

Tous ceux qu'intéresse la question générale des fermentations, se sont préoccupés du grand problème de la transformation des végétaux en combustibles fossiles.

L'étude des combustibles en coupes minces (1) faite par M. Renault, ne laisse pas de doute sur l'action bactérienne exercée au cours de ce phénomène; la botanique et la géologie permettent également d'établir, en partie, la provenance et le rôle des diastases qui ont provoqué la fermentation houillère.

Malheureusement, la synthèse de la houille n'est pas encore un fait accompli et bien des questions se posent qui demeurent sans réponse. L'espèce des microbes qui ont accompli cette œuvre est-elle éteinte? Quelle est la nature de la gelée fondamentale, base de tous les combustibles? Pourquoi les combustibles, ayant comme point de départ identique la cellulose, se présentent-ils sous tant de formes différentes, anthracite, lignite, tourbe, houille, cette dernière offrant elle-même tant de variétés ? D'où provient l'augmentation de carbone considérable qui se produit entre l'état cellulosique et la forme combustible définitive? Les divers combustibles peuvent-ils, dans leurs gisements à l'état fossile, passer de l'un à l'autre avec le temps, sans intervention extérieure ? Sous quelle influence l'acide carbonique et le grisou se sont-ils formés? A quoi faut-il attribuer l'antisepsie des milieux ambiants, nécessaire à la conservation des végétaux dans certains cas?

M. Lemière, dans une intéressante communication à la Société de l'Industrie minérale, sans prétendre donner une explication complète de la formation houillère, fait entrer la question dans une voie nouvelle qui pourra être féconde. Il indique l'analogie frappante qui existe entre la fermentation alcoolique et la fermentation houillère. Il fournit un parallélisme indéniable entre les phases des deux phénomènes et résume un travail plus étendu, qu'il a publié précédemment à ce sujet, dans le tableau comparatif ci-après du processus des deux fermentations.

Tableau comparatif du processus des fermentations

| *Alcoolique.* | *Houillère.* |
|---|---|
| **Matières premières.** | |
| Grains et pommes de terre renfermant des hydrates de carbone $C^m(HO)^n$ (amidon, fécule, cellulose), des matières azotées, grasses et diverses, et des sels de végétation (azotates, phosphates, etc.) en dissolution dans l'eau. | Végétaux divers renfermant des hydrates de carbone $C^m(HO)^n$ (cellulose, gommes, résines, chlorophylles), des matières azotées, grasses et diverses, et des sels de végétation; en outre, des graines et des fruits renfermant des diastases abondantes, des microorganismes. |
| **Macération.** | |
| Par la cuisson en vase clos, on réduit les matières premières en une bouillie que l'on traite par le malt : l'amylase (diastase de l'orge germée) agit en quelques heures sur les matières amylacées pour les liquéfier et les transformer en glucose, à la température de 60° environ; on obtient ainsi le moût glucosique (saccharification). | Les diastases contenues dans les fruits et les graines, ou bien secrétées par les microbes, agissent à longueur de temps pour transformer les hydrates de carbone en une gelée humique qui est la base fondamentale de tous les combustibles fossiles; l'action des diastases a varié avec les époques géologiques. |

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 13, p. 243.

Fermentation proprement dite.

Introduite dans le moût glucosique, la levure de bière qui est une bactérie (saccharomyces cerevisiæ) commence par se développer comme ferment aérobie dans un liquide aéré (levain). Ensuite elle devient anaérobie dans le moût et attaque le glucose qui se trouve décomposé en $CO^2$ et en alcool. La fermentation s'arrête quand il n'y a plus de glucose dans le moût.

Les nombreux ferments apportés par les végétaux prolifient et pullulent (aérobies) à la faveur de la macération précédente. Ensuite, le milieu devenant anaérobie, ils dédoublent les hydrates de carbone en gaz (acide carbonique et grisou) et en hydrocarbures qui forment le combustible fossile. La fermentation s'arrête quand, par suite des hydrocarbures produits, le milieu devient antiseptique.

Distillation.

Introduit dans les appareils distillatoires, le moût alcoolique donne des produits divers : l'alcool distille à 78° ; au-dessous de cette température, on recueille des bases ammoniacales, des acides gras, des aldéhydes et des éthers.

A la température des cornues des usines à gaz, la houille donne du gaz d'éclairage, des eaux ammoniacales et du goudron, huiles légères, huiles lourdes et brai.

Résidus.

Les résidus, autrement dit les flegmes, sont des eaux renfermant les sels de végétation et la cellulose sous forme de pulpes et de drèches. Celles-ci, carbonisées en vase clos, donneraient pour résidu final du coke.

Le résidu de la distillation des combustibles dans les cornues des usines à gaz est du coke.

M. Lemière fait remarquer que du côté de la fermentation alcoolique, il n'a inscrit que des réactions usitées journellement dans l'industrie, mais que l'on est complètement maître du phénomène et que le distillateur peut modifier, à son gré, la durée des périodes de vie aérobie ou anaérobie, suivant qu'il veut produire plus spécialement de la levure pressée ou de l'alcool. Le saccharomyces pastorianus (levure de bière) peut être avantageusement remplacé, comme ferment, par d'autres microbes découverts récemment et donnant un rendement plus élevé en alcool. De même, dans l'acidification, l'emploi de l'acide fluorhydrique évite des pertes de fabrication.

Du côté de la fermentation houillère on se heurte à l'inconnu, car on ne connaît actuellement que peu de diastases agissant assez énergiquement sur la cellulose. Les conclusions auxquelles arrive M. Lemière, par voie d'assimilation, en comparant entre elles les phases du tableau précédent, sont celles-ci :

Il faut distinguer dans la formation de la houille la question stratigraphique et la question chimique. Les végétaux ayant apporté avec eux, lors de leur enfouissement, tous les éléments de leur transformation, il n'a pas été nécessaire qu'ils aient alors subi une action physique ou chimique. L'action de ces agents de fermentation a varié, non d'essence, mais d'intensité aux diverses époques géologiques. C'est dans cette variation d'intensité que l'on peut trouver une réponse plausible aux questions formulées plus haut.

Bien qu'on soit parvenu dans les laboratoires à désorganiser facilement la cellulose et à la gélifier, on se trouve arrêté par des difficultés insurmontables, telle que l'impossibilité d'enrichir cette cellulose en carbone. Cependant, là encore, le parallélisme des deux fermentations est encourageant, car la fabrication de l'alcool présente un exemple d'enrichissement en carbone d'environ 10 %.

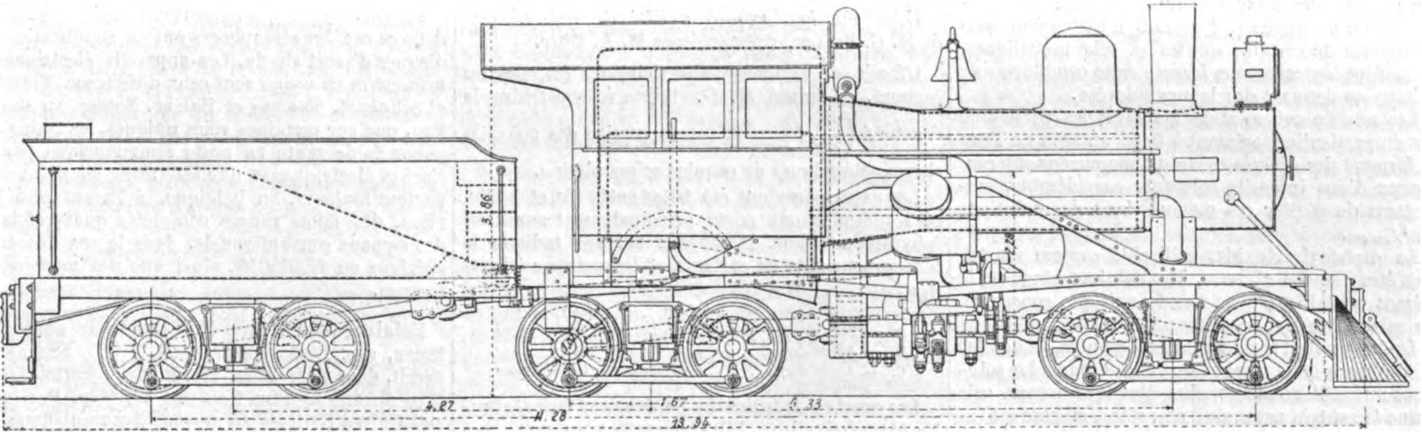
S'il n'a pas été possible encore de reformer de la houille par voie de synthèse, on peut espérer que la microbiologie, en découvrant les conditions du travail bactérien qui ont présidé à la formation de chaque combustible, permettra de se rendre compte de la formation houillère comme on le fait actuellement de la fermentation alcoolique; le parallélisme établi entre ces deux phénomènes, par les ingénieuses recherches de M. Lemière, pourra se compléter alors avec succès.

---

## Locomotive de 60 tonnes à engrenages.

Le Mac Clowd River Railroad est une ligne de chemin de fer située au pied du Mont Shasta, en Californie, et destinée à l'exploitation des forêts qui couvrent cette région. Sa longueur est d'environ 30 kilom.; elle présente de nombreuses courbes dont le rayon est de 115m75, et les rampes, qui y sont en général de 2 et 3 centimètres par mètre, y atteignent, sur une longueur d'environ 10 kilom., 4 centimètres par mètre.

La Stearns Manufacturing Co, d'Erie (Pennsylvanie), vient de construire, pour ce chemin de fer, une locomotive Heisler de 60 tonnes, combinée de façon à présenter le maximum d'adhérence et à pouvoir commodément s'inscrire dans les courbes.



Locomotive Heisler de 60 tonnes à engrenages.

Cette machine repose, comme on le voit sur la figure ci-dessus, que nous empruntons à l'*Engineering*, sur deux trucks à quatre roues couplées deux à deux et toutes motrices. Les quatre roues du tender sont aussi couplées deux à deux et sont également motrices.

La puissance motrice est fournie par une paire de cylindres à vapeur placés obliquement dans un plan vertical perpendiculaire à la chaudière. Les deux pistons actionnent un arbre-manivelle situé au-dessous de la chaudière de la locomotive et parallèlement à son axe.

Il y a cinq arbres accouplés en une seule longueur au-dessous de la chaudière. L'arbre-manivelle précédent, placé au milieu, est muni, à chacune de ses extrémités, d'un joint universel qui le relie, de chaque côté, à un arbre intermédiaire. Chacun de ces deux arbres intermédiaires est accouplé lui-même, par joint universel, à un arbre extrême terminé par un engrenage conique actionnant, celui d'avant, l'essieu antérieur du truck avant, et celui d'arrière, l'essieu postérieur du truck arrière.

Ces arbres extrêmes sont inclinés de façon à permettre aux arbres intermédiaires de passer au-dessus de l'essieu actionné par la bielle d'accouplement des trucks avant et arrière. Quant aux arbres intermédiaires, ils n'ont pas de paliers et permettent, par suite, tous les mouvements des trucks.

Les roues du tender sont actionnées par un second système d'arbres. A cet effet, sur l'arbre-manivelle est calée une roue dentée conique engrenant avec une roue portée par un arbre placé dans une position inclinée au-dessus de l'arbre-manivelle et s'étendant au-dessous du foyer et de la plate-forme de la locomotive. Cet arbre se termine par un joint universel et il actionne deux arbres placés dans son prolongement et accouplés par joint universel, l'arbre extrême actionnant par roue dentée conique l'essieu d'arrière du tender, par un dispositif analogue à celui qui vient d'être décrit pour chacun des trucks de la locomotive.

Les caractéristiques principales de cette locomotive sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Largeur de la voie | mètres | 1,43 |
| Poids total sur les douze roues, la chaudière étant pleine d'eau, mais le réservoir vide | tonnes | 60 |
| Poids total avec chargement complet d'eau et de combustible | — | 70 |
| Diamètre des roues motrices | mètres | 1,02 |
| Empattement total | — | 11,28 |
| Longueur totale | — | 13,94 |
| Hauteur totale | — | 4,01 |
| Vitesse maximum à l'heure | kilom. | 24 |
| Vitesse commerciale en charge | — | 8 à 11,2 |
| Diamètre de la chaudière | mètres | 1,22 |
| Timbre | kilogr. | 11,9 |
| Diamètre des cylindres | mètres | 0,46 |
| Course des pistons | — | 0,38 |
| Capacité du réservoir | m. c. | 12,7 |

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 30 juillet 1900.*

**Chimie.** — *Sur le gadolinium.* Note de M. Eug. Demarçay.

Le gadolinium, découvert par Marignac, et que M. Lecoq de Boisbaudran a caractérisé par son beau spectre de bandes, a été depuis le sujet de recherches de Bettendorf et récemment de Benedick. La gadoline de ces savants contenait vraisemblablement, outre de petites quantités de terbine manifestée par la couleur jaune de l'oxyde (qui est blanc à l'état pur) une certaine quantité de $\Sigma - Z_\epsilon$ qu'ils n'ont pas éliminé (intentionnellement du moins).

Dans le courant de ses fractionnements, M. E. Demarçay a été amené à isoler une quantité assez forte d'azotate double de magnésium et de gadolinium. Le spectre de la gadoline qu'il en a tirée n'a montré que quelques traces minimes des plus fortes raies du $\Sigma - Z_\epsilon$ et de l'yttrium.

Cette gadoline, au premier aspect, paraît blanche comme de la magnésie; avec un peu d'attention, on remarque dans les fentes de la masse quelques reflets un peu jaunâtres. Cette faible teinte doit provenir d'une trace de terbine, car ces deux terres sont très difficiles à séparer. Les sels sont, du reste, incolores pour les plus fortes épaisseurs. L'azotate magnésien double fond à 77°,5-78°. L'azotate simple à $6H^2O$ vers 91°,5-92°. Ce dernier nombre est un peu incertain. A cette température, l'azotate à $6H^2O$ semble perdre de l'eau et se transformer en azotate moins hydraté, qui reste dissous et doit abaisser le point de fusion. Cette gadoline montre avec éclat le spectre de bandes de M. Lecoq de Boisbaudran.

Le poids atomique du gadolinium a été trouvé voisin de 155 par les différents savants qui s'en sont occupés. Dans quelques essais, l'auteur a trouvé aussi un nombre voisin. Il le croit un peu fort par suite des défauts de la méthode (synthèse ou analyse du sulfate anhydre) employée par tous les observateurs et par lui-même.

**Chimie analytique.** — *Sur la diphénylcarbazide comme réactif très sensible de quelques composés métalliques.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par **M. Armand Gautier.**

La diphénylcarbazide se transforme en diphénylcarbazone en perdant 2 atomes d'hydrogène sous l'influence de certains oxydes et sels métalliques, et la diphénylcarbazone formée reste combinée aux métaux en donnant des laques colorées.

Les sels de cuivre et de mercure, les persels de fer en particulier, agissent à froid au sein de l'eau et forment des dérivés cuivreux, mercureux et ferrugineux d'une intensité colorante considérable, permettant de déceler ces métaux dans des solutions au $^1/_{100\,000}$.

La diphénylcarbazide, utilisable comme réactif, doit être blanche et pure. On l'obtient ainsi en la faisant cristalliser dans l'acide acétique concentré, ou mieux l'acétone, et séchant à 60°.

La diphénylcarbazide permet, en outre, de déceler le chrome à l'état d'acide chromique dans les solutions au millionième et plus étendues encore, cela d'une façon très nette, qui ne prête à aucune confusion possible avec les trois métaux précédents.

L'éclat et la pureté de ces réactions les rendront certainement précieuses dans les recherches spéciales toxicologiques ou autres.

**Électrochimie.** — *Sur l'électrolyse des solutions concentrées d'hypochlorites.* Note de M. André Brochet, présentée par M. Moissan.

Les premières phases de l'électrolyse des chlorures alcalins paraissent, à l'heure actuelle, très bien connues; il n'en est pas de même de la partie relative à la transformation de l'hypochlorite en chlorate, au sujet de laquelle un certain nombre de théories sont mises en avant.

Dans le but d'éclaircir cette question de la transformation de l'hypochlorite en chlorate, M. A. Brochet a fait l'électrolyse des solutions concentrées d'hypochlorites que l'on trouve dans le commerce; il s'est adressé au sel de sodium et a fait plusieurs séries d'essais, afin d'étudier l'influence des alcalis, des chromates, etc.; il a fait également un essai avec le sel de potassium. Aujourd'hui il étudie l'action des alcalis, la seule intéressante. Il a opéré de la même façon qu'il a indiquée précédemment [1]. Il avait soin de maintenir la température constante en faisant circuler autour de l'électrolyseur un courant d'eau froide.

Ses essais ont montré que, en définitive, l'électrolyse d'un hypochlorite se comporte finalement comme celle d'un chlorure et tend vers les mêmes limites. Il y a donc peu d'espoir de faire par électrolyse directe des solutions concentrées d'hypochlorite, même par l'addition de chromate, ce qui, d'ailleurs, enlèverait toute application aux solutions obtenues.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 13, p. 206. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

**Physique.** — I. — *Sur du baryum radio-actif artificiel.* Note de M. A. Debierne.

M. et M^me^ Curie ont montré [1] que les corps qui restent longtemps dans le voisinage de corps radio-actifs deviennent eux-mêmes radio-actifs, par suite d'un phénomène d'induction. M. A. Debierne a cherché à obtenir la radio-activité induite au moyen de l'actinium et il a spécialement étudié l'action sur les sels de baryum.

Si on laisse le baryum peu de temps en présence de l'actinium, l'activité induite est insignifiante; si on le laisse un temps plus long, on voit que l'activité augmente avec la durée du contact, au moins pendant une dizaine de jours. L'auteur a obtenu ainsi une quantité notable de chlorure de baryum radio-actif, dont l'activité peut être plusieurs centaines de fois plus grande que celle de l'uranium ordinaire.

Il était très intéressant de savoir si les propriétés de ce baryum radio-actif artificiel étaient les mêmes que celles du baryum radifère extrait de la pechblende. Certaines des propriétés sont communes; mais le baryum activé diffère cependant du baryum radifère par des propriétés importantes.

La radio-activité de ce chlorure de baryum activé ne provient, du reste, ni d'actinium ni de radium entraîné. Cette manière de voir est d'abord peu vraisemblable, étant données les méthodes de séparation employées. Ensuite, on comprendrait difficilement que l'entraînement des substances actives par le baryum se produisît seulement après un temps très long. Enfin l'absence de spectre et la diminution d'activité du produit montrent que l'activité n'est due ni au radium, ni à l'actinium.

En résumé, M. A. Debierne a obtenu par induction un baryum radio-actif, qui se distingue nettement du baryum et du radium et qui se présente comme un terme intermédiaire entre ces deux éléments.

II. — *Sur la thermo-électricité des aciers.* Note de M. G. Belloc, présentée par M. A. Ditte.

L'étude de la thermo-électricité du fer, pur ou carburé, a amené M. G. Belloc à construire la courbe $f\left(\frac{dE}{dt}, t\right) = 0$, représentative des pouvoirs thermo-électriques de couples aciers-platine.

Les expériences ont été faites entre 15° et 1 200°, et les études ont porté principalement sur trois échantillons, dont le tableau suivant indique la teneur pour cent en carbone et les points critiques $a_1$ $a_2$ $a_3$ :

| | C °/o | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ |
|---|---|---|---|---|
| A. — Fer doux. . . . | traces | insens. | 740° | 870° |
| B. — Acier doux. . . | 0,30 | 700° | 780° | 780° |
| C. — Acier dur . . . | 1,25 | 660° | 660° | 660° |

Les courbes déduites des expériences faites, affectent la même allure. Elles présentent un maximum compris entre deux minima; les premiers minima se font à la même température et ont sensiblement la même valeur; les maxima se produisent un peu avant que le point $a_2$ se manifeste et suivent les déplacements de ce point; les élongations correspondantes s'élèvent avec la température; enfin les seconds minima suivent les positions respectives des maxima et les courbes conservent ainsi la même amplitude.

Les valeurs de $\frac{dE}{dt}$, reproduites dans la Note, sont des valeurs moyennes, tirées d'un grand nombre d'expériences; celles-ci montrent que les valeurs de E sont plus faibles au refroidissement qu'à l'échauffement, surtout entre la température maxima à laquelle on opère et la température donnant le maximum de la courbe; en faisant varier dans de larges limites les vitesses d'échauffement et de refroidissement, l'auteur a pu s'assurer que si la viscosité joue un rôle entre les températures extrêmes, l'hystérésis en joue un aussi entre les températures citées plus haut.

G. H.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 3, p. 46. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

ART MILITAIRE

**Les fermetures de culasse système Krupp.** — Dans le *Stahl und Eisen* des 1^er^ et 15 juin, M. J. Castner fait une longue étude comparative des systèmes de fermeture de culasse des canons modernes, en insistant particulièrement sur ceux adoptés, en Allemagne, par la maison Krupp. Cette étude se divise en deux chapitres principaux : les fermetures de culasse à coin et les fermetures à pas de vis.

CHEMINS DE FER

**Les signaux de chemins de fer en Belgique.** — Les signaux usités sur les voies belges sont un peu différents de ceux employés en France. La *Revue générale des chemins de fer*, du mois de juin, en donne une description complète. Ils sont de deux natures : les signaux mobiles et les signaux fixes. Les premiers sont optiques ou acoustiques. Ceux-ci comprennent les pétards et la corne; ils sont employés à peu près dans les mêmes cas que sur nos réseaux français. L'arrêt est commandé, le jour, par un drapeau rouge; la nuit, par un feu rouge; le ralentissement est indiqué par un drapeau blanc ou par un feu vert.

Les signaux fixes sont, comme en France, les disques d'arrêt, ceux à distance et les mâts sémaphoriques. Ils se placent à gauche de la voie à laquelle ils se rapportent. Pour la protection des stations et des ponts tournants, les deux premières catégories de signaux sont seules employées. Les disques d'arrêt, placés à 60 mètres en avant de l'appareil de voie le plus avancé sont peints en rouge et de forme circulaire; les disques à distance sont également rouges, mais rectangulaires. Pour la protection des bifurcations, on emploie, outre les signaux précédents, les mâts sémaphoriques, soit en fer, soit en bois, portant des palettes peintes en rouge, qui sont toujours placées à la gauche du mécanicien auquel elles s'adressent. La nuit un feu rouge commande l'arrêt et un feu vert indique la voie libre. Il n'existe ni indicateur de bifurcation, ni indicateur de direction d'aiguille, comme sur certains réseaux français.

Le block-system est partout employé en Belgique; dans ce cas, les sémaphores ont la signification des disques d'arrêt absolu. Les appareils électriques de manœuvre en usage sont ceux d'Hodgson, Flamache et Schubart, Siemens et Halske. Notons, en dernier lieu, que sur certaines voies uniques, les trains sont annoncés de poste en poste sémaphorique par des cloches électriques et que les trains en mouvement portent toujours, en Belgique, à l'avant et à l'arrière, des falots rouges complétés quelquefois par des signaux conventionnels, dans le cas des trains spéciaux ou facultatifs, ainsi que des machines de secours.

**Éclairage électrique d'un train par accumulateurs, aux États-Unis.** — M. G. D. Shepardson décrit, dans l'*Electrical World*, du 7 juillet, l'éclairage électrique d'un train du Chicago, Burlington and Quincy Railroad au moyen d'accumulateurs. Les premiers essais, faits en 1886, n'avaient pas donné de bons résultats, les batteries d'accumulateurs étant, à cette époque, encore trop imparfaites.

Chicago et les villes jumelles de Saint-Paul et Minneapolis sont reliées par six lignes de chemins de fer différentes dont la longueur varie de 656 à 768 kilom. Le fait qu'il y a journellement 18 trains dans chaque sens, montre la concurrence que se font les diverses Compagnies, et c'est pour éclipser ses rivales que la Chicago, Burlington and Quincy Railroad C° a mis en circulation, au mois de juin 1897, un train, le « Burlington Limited », établi avec tout le luxe et le confortable possibles par la Pullmann Palace Car C°, et qui a coûté plus de 500 000 francs.

Le « Burlington Limited » étant en circulation depuis trois ans, la description de ses services électrique s'applique donc à des dispositifs qui ont subi l'épreuve de la pratique.

Le train comporte cinq voitures et l'électricité assure non seulement l'éclairage, mais encore le chauffage et la ventilation des wagons. Chacun d'eux porte 48 éléments d'accumulateurs d'une capacité de 160 ampères-heure pesant environ 25 kilogr. L'éclairage total du train comporte 265 lampes à incandescence représentant 3 356 bougies.

Les batteries sont rechargées aux extrémités du

parcours. A Minneapolis, le courant était primitivement fourni par le réseau Edison, mais sa tension de 108 volts était trop faible. Actuellement, on emploie une dynamo Westinghouse de 11 kilowatts à 125 volts, actionnée par courroie par un moteur Westinghouse à gazoline de 20 chevaux. Lorsque le train arrive, la batterie donne de 93 à 97 volts en circuit ouvert et de 80 à 92 volts, toutes lampes allumées. La charge commence avec 85 ampères à 110 volts, monte à 100 ampères à 115-130 volts, puis descend à 85 ampères à environ 132 volts. A Chicago, le train séjourne deux heures de moins qu'à Minneapolis et la charge est plus rapide : elle commence à 115 ampères à 115 volts et s'achève à 120 ampères à 136 volts. La charge étant terminée une heure avant le départ du train, le voltage n'est plus que de 98 quand on allume les lampes.

On avait objecté le poids des accumulateurs à leur emploi pour l'éclairage des trains. En fait, ce poids représente moins de 2 °/₀ du poids d'un train comme celui dont il est question.

#### CHIMIE INDUSTRIELLE

**Traitement des matières résiduaires contenant de l'oxyde de chrome, en vue de la régénération de l'acide chromique.** — La régénération de l'acide chromique des matières résiduaires contenant de l'oxyde de chrome est un problème très intéressant, étant données les quantités énormes de bichromates consommées dans l'industrie chimique et dans l'industrie textile.

M. Regelsberger étudie cette régénération dans le *Moniteur Scientifique*, de juillet 1900.

En général, on emploie le bichromate de sodium, que l'on traite par l'acide sulfurique, pour mettre l'oxygène en liberté. C'est donc sous forme de solution sulfurique qu'on a le résidu. Il est désigné communément sous le nom d'alun-sodico-chromique.

Ordinairement, pour la régénération, on précipite l'hydrate de chrome, en soumettant les lessives résiduaires à un traitement par la chaux ou la magnésie et en calcinant le précipité obtenu avec du carbonate de chaux et du carbonate de sodium. Mais on perd ainsi une grande partie de l'acide sulfurique résiduaire.

M. Haussermann a proposé d'oxyder les chromites par voie électrolytique. M. Dercum traite le résidu par de l'hypochlorite de chaux ; il se forme du bichromate, des acides sulfurique et chlorhydrique et du sulfate de chaux.

Après cet aperçu des anciens procédés, l'auteur donne la description des recherches qu'il a faites sur ce sujet. Le principe de la méthode est le suivant : soumettre à l'électrolyse, dans des conditions convenables, le mélange du résidu et de chlorure. Il se forme de l'hypochlorite qui réagit sur le résidu pour donner du bichromate.

M. Regelsberger termine en donnant quelques détails sur la manière d'opérer.

#### CONSTRUCTIONS NAVALES

**Le cuirassé japonais « Asahi ».** — L'*Engineering*, des 25 mai et 29 juin, décrit en détail le cuirassé japonais *Asahi*.

Ce navire, qui est l'un des plus importants des nouveaux cuirassés, a été projeté et construit par la maison John Brown and C^o, de Clydebank. Son déplacement est de 15 200 tonneaux et l'on peut dire que c'est le plus grand cuirassé à flot. Sa construction, commencée en septembre 1897, a été effectuée, malgré plusieurs retards, dans le court délai de trente mois.

Comme aspect général, l'*Asahi* rappelle les navires de la classe du *Formidable* anglais. Ses principales dimensions sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Longueur entre perpendiculaires | mètres. | 122 |
| — totale | — | 129,70 |
| Largeur maximum | — | 22,95 |
| Creux | — | 13,30 |
| Tirant d'eau normal | — | 8,30 |

#### ÉLECTRICITÉ

**La United Electric Light and Power C^o, de New-York.** — La United Electric Light and Power C^o, de New-York, est la Compagnie d'électricité qui a le réseau de distribution le plus important de la ville. Elle a été formée, il y a plusieurs années, par la fusion d'un certain nombre de Compagnies de moindre importance.

Les usines de ces diverses Compagnies fonctionnaient déjà depuis un certain nombre d'années et les appareils étaient d'ancien modèle. Aussi se décida-t-on, en 1895, à construire une nouvelle station centrale, pourvue des derniers perfectionnements, et à supprimer les anciennes.

La nouvelle station, dont l'*Electrical World*, du 23 juin, donne une description détaillée, ne contient que des machines et appareils Westinghouse. L'économie d'espace est une considération importante dans une ville comme New-York où les terrains sont très chers, et cette usine, projetée pour 20 000 chevaux, avec une réserve de 6 000 tonnes de charbon, a une superficie de 49 mètres sur 60m20. Tous les appareils, y compris les chaudières, sont au rez-de-chaussée.

Actuellement 10 000 chevaux sont en fonctionnement et il est probable que le reste sera installé à bref délai en employant quatre turbines à vapeur Westinghouse-Parsons de 2 500 chevaux chacune, accouplées directement à des génératrices de 1 500 kilowatts, fonctionnant à 1 200 tours par minute. La première de ces unités est déjà construite et est en train de subir les essais préliminaires.

Les chaudières, du type vertical à tubes d'eau, sont au nombre de 12, de 600 chevaux chacune, timbrées à 10kgs5. La salle des machines et des dynamos contient huit unités génératrices et trois unités excitatrices. Les dimensions des machines, compound, sont les suivantes : diamètre du cylindre HP, 0m55 ; du cylindre BP, 0m94 ; course, 0m56 ; elles font 200 tours par minute et donnent 1 200 chevaux quand elles fonctionnent avec de la vapeur à 18kgs5. Chacune de ces huit machines est accouplée directement à une génératrice de 750 kilowatts, diphasée, à 3 000 volts. Les huit unités fonctionnent en parallèle.

Les trois unités excitatrices se composent de trois dynamos de 75 kilowatts à courant continu, accouplées chacune directement à une machine tandem-compound de 100 chevaux.

La demande de courant a été si considérable que l'on a dû réinstaller l'ancienne station adjacente qui avait été désorganisée. Actuellement, trois nouvelles génératrices Westinghouse de 400 kilowatts chacune, diphasées, à 3 000 volts, sont commandées par trois machines Corliss appartenant à l'ancienne station. Celle-ci fonctionne en parallèle avec la nouvelle.

L'auteur décrit ensuite l'installation de manutention du charbon et des cendres, celle des tuyauteries de vapeur et celle des tableaux de distribution.

La nouvelle usine fonctionne depuis le mois de septembre 1895 ; elle alimente actuellement environ 200 000 lampes à incandescence de 16 bougies, 2 000 lampes à arc, et fournit l'énergie électrique pour 3 000 chevaux à des électromoteurs Westinghouse.

On commence à employer pour l'éclairage des lampes à arc en vase clos, de 2 000 bougies, alimentées par du courant à 3 000 volts sans l'intervention de transformateurs. Ces lampes brûlent 50 heures et consomment 440 watts par heure.

**Station centrale d'électricité de Birmingham (États-Unis).** — M. W.-S. Key continue, dans l'*Electrical World*, du 16 juin, sa série d'études sur les stations centrales d'électricité dans le Sud des États-Unis par celle de Birmingham (Alabama) [1].

Cette ville est, en effet, de toute la région, celle qui fait probablement le plus grand usage de l'électricité dans toutes ses applications. En 1880, ce n'était encore qu'une ville de 2 000 habitants, ceux-ci travaillant pour la plupart dans les quelques hauts fourneaux et usines métallurgiques qu'on y avait fondés après la découverte de riches gisements de minerais de fer. Actuellement, c'est une des villes les plus prospères du Sud des États-Unis : elle compte 80 000 habitants et tend à devenir, comme son homonyme en Angleterre, un centre des plus importants pour la manufacture du fer et de l'acier sous toutes leurs formes. L'électricité est d'ailleurs employée dans toutes les usines, actionnant, par exemple, d'énormes trains de laminoirs et permettant d'effectuer mécaniquement toutes les autres opérations.

La station centrale d'électricité, située presque au centre de la ville, comporte une salle de machines mesurant 28m95 sur 45m70 ; lorsqu'elle aura été modifiée, conformément à de nouveaux plans, elle mesurera 16m75 sur 76m20. De même, la salle des chaudières, qui a actuellement 16m75 sur 45m70, aura alors 28m95 sur 76m20 ; elle contient quinze chaudières tubulaires, timbrées à 7 kilogr., auxquelles on en ajoutera neuf autres.

Les machines à vapeur en fonctionnement sont : deux machines de 500 chevaux, une de 400, une de 150, une de 430 et deux de 1 000 chevaux chacune, de différents types.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 13, p. 243.

On y adjoindra deux machines jumelles de 2 000 chevaux.

L'usine fournit du courant à tous les tramways de la ville au moyen de 6 génératrices de 300 kilowatts et une de 850 kilowatts ; on en installe d'autres en ce moment.

L'éclairage emploie 4 génératrices de 60 kilowatts, 2 de 25 kilowatts, une de 200 kilowatts à 110 volts, etc. ; en tout, il y a 20 machines en fonctionnement, et on va y adjoindre une génératrice de 850 kilowatts à 500 volts et une de 400 kilowatts.

L'étendue du territoire que dessert la station centrale a obligé à établir deux sous-stations. La consommation de l'électricité s'étend d'ailleurs rapidement de jour en jour à Birmingham et dans ses environs, parce que la Compagnie pouvant se procurer dans les houillères voisines le charbon à très bas prix, peut vendre le courant électrique d'après un tarif très faible.

**Fonctionnement de l'usine centrale d'électricité du Chicago and Milwaukee Electric Railway.** — L'usine génératrice d'électricité et le système de distribution du Chicago and Milwaukee Electric Railway, qui ont déjà été signalés dans le *Génie Civil* [1], ont fonctionné d'une façon satisfaisante pendant tout l'an dernier, et quelques-uns des dispositifs nouveaux qui avaient été adoptés dans cette installation présentent un grand intérêt pour les autres Compagnies qui hésitaient à adopter des dispositifs similaires avant que leur fonctionnement n'eût été sanctionné par la pratique.

C'est pourquoi le *Street Railway*, du mois de juillet, décrit les points qui caractérisaient l'installation du Chicago and Milwaukee Electric Railway lorsqu'elle a été établie, tout en reconnaissant que ces points sont actuellement presque entrés dans la pratique courante.

Ces points sont les suivants : 1° Système complet de transmission polyphasée de l'énergie électrique, de l'usine centrale aux sous-stations, avec emploi de convertisseurs rotatifs et de batteries d'accumulateurs ; 2° Adoption d'embrayages magnétiques du système Arnold, qui a été décrit précédemment dans le *Génie Civil* [2], pour accoupler plusieurs machines à vapeur et plusieurs génératrices de façon à réaliser une combinaison quelconque ; 3° emploi de tables réfrigérantes pour les condenseurs.

L'auteur explique successivement, en détail, le fonctionnement de ces divers dispositifs ou installations.

#### ÉTUDES ÉCONOMIQUES

**L'industrie américaine et l'industrie anglaise.** — L'essor prodigieux et les progrès toujours croissants de l'industrie américaine suscitent des inquiétudes chez toutes les nations industrielles de l'Ancien Continent. L'Angleterre, notamment, à qui appartint jusqu'ici la suprématie industrielle et commerciale sur les principaux marchés, s'est émue de cette prospérité menaçante et a cherché à dégager les causes de la situation relative des deux pays au point de vue économique.

M. E. Biard a résumé, dans une remarquable étude publiée par le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* (avril 1900), les principales conclusions de l'enquête ouverte à ce sujet dans l'*Engineering* par les notabilités industrielles et économistes de la Grande-Bretagne et des États-Unis. La compétence des écrivains et la grande sincérité des opinions exprimées rendent ces conclusions instructives, non seulement pour l'Angleterre, mais aussi pour l'industrie française, qui entre en concurrence avec ces deux rivales pour certains produits.

De l'avis unanime des correspondants de l'*Engineering*, le faible prix de revient des produits américains doit être attribué aux merveilleuses richesses naturelles du pays, à l'emploi d'engins mécaniques puissants servant à l'extraction et au transport de ces matières, enfin au taux plus élevé des salaires. L'apparent désavantage qui semble devoir résulter de cette élévation de salaire est compensé par le travail à la tâche et par une production plus grande de l'ouvrier largement rémunéré, mais surtout par l'emploi aussi fréquent que possible de la machine, réduisant la main-d'œuvre tout en attirant l'ouvrier [3].

D'autres facteurs non moins importants de la

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 1, p. 15.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 26, p. 425.
(3) Voir dans le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 151, l'analyse du rapport de M. Levasseur.

prospérité industrielle américaine sont : la méthode de la *fabrication en séries*, la recherche de types *normaux de fabrication*, le renouvellement fréquent de l'outillage, considéré comme un moyen temporaire et non permanent d'atteindre le but, enfin le développement remarquable de l'enseignement technique et professionnel, conçu dans un but aussi utilitaire que possible.

Dans le domaine psychologique, il faut considérer encore les qualités de la race américaine, audace, ingéniosité, recherche incessante des améliorations mettant l'Américain en garde contre un amour-propre exagéré et contre l'esprit de routine très développés en Angleterre.

Les correspondants de l'*Engineering* ont enfin établi un intéressant parallèle entre le régime social des deux pays, leur législation industrielle et l'organisation financière de leur industrie.

### HYDRAULIQUE

**Installation de la papeterie de la Kimberly and Clark Cᵉ aux chutes de Quinnesec (États-Unis).** — Cette papeterie, établie sur le Menominee River, est l'une des plus importantes de l'Ouest des États-Unis et elle présente un intérêt particulier à cause des problèmes que l'on a eu à résoudre pour l'organisation de la force motrice hydraulique. Cette question est étudiée en détail dans l'*Engineering Record* du 30 juin et du 7 juillet.

Le Menominee River forme à Quinnesec une chute naturelle de 19ᵐ80 de hauteur, qui avait été utilisée primitivement pour produire environ 10 tonnes de pâte de bois par jour ; dans ces conditions on n'utilisait que 7ᵐ60 de la hauteur de la chute. C'est en 1898, que l'on résolut d'en tirer un meilleur parti, et après une étude, que l'auteur analyse en détail, on jugea que l'on pouvait compter, à quelques jours près, pendant toute l'année, sur un débit suffisant pour une puissance de 8 000 chevaux.

Dans le second article, l'auteur décrit l'installation elle-même. Le barrage qui a été établi est un barrage en charpente, et les turbines sont alimentées par des conduites qui ont, l'une 3ᵐ66, l'autre 4ᵐ88 de diamètre. Les turbines, au nombre de quatre actuellement, ont une puissance de 1 100 chevaux chacune. La production de l'usine est de 60 à 70 tonnes de pâte de bois par jour ; l'excédent de sa production sur sa consommation sert à alimenter d'autres papeteries de la même Compagnie.

### MÉCANIQUE

**Expériences sur une turbine à vapeur accouplée à un alternateur.** — On a récemment installé, dans la station centrale d'Elberfeld, deux turbines à vapeur, système Parsons, d'une puissance de 1 000 kilowatts, sous une tension de 4 000 volts à 50 périodes et pour 1 500 tours à la minute.

MM. Lindley, Schröter et Weber qui constituaient la commission de réception de ces turbines exposent en détail, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* des 30 juin et 7 juillet, les diverses expériences auxquelles ils les ont soumis.

Après avoir exposé leur méthode générale de recherche, ces auteurs notent les consommations de vapeur pour les diverses charges, le rapport du poids de vapeur consommée à la puissance effective, celui des nombres de tours pendant la marche à vide et à pleine charge, etc.

Ils ont remarqué, notamment, qu'avec de la vapeur à 11 kilogr., chacune des turbines pouvait fournir aisément 1 400 kilowatts. La chaleur développée sur l'alternateur a été faible. La variation du nombre de tours, suivant la valeur de la charge, est insignifiante.

Les consommations de vapeur peuvent être résumées de la façon suivante :

| Charge. | Consommation de vapeur de la turbine, en 1 heure. | Consommation de vapeur par kilowatt-heure. |
|---|---|---|
| Kw. | Kilogr. | Kilogr. |
| 1 250 | 10 786 | 8.63 |
| 1 000 | 9 189 | 9,19 |
| 750 | 7 496 | 9,99 |
| 500 | 5 707 | 11,41 |
| 250 | 3 821 | 15,28 |
| à vide | 1 840 | |

### MÉTALLURGIE

**Les théories d'Osmond et de Roberts-Austen et les alliages de fer et de carbone.** — M. E. Heyn publie dans le *Stahl und Eisen*, du 15 juin, une étude sur les alliages de fer et de carbone et fait ressortir l'importance qu'ont eue les théories métallographiques d'Osmond et Roberts-Austen, au point de vue de la connaissance des propriétés caractéristiques de ces alliages.

Après avoir exposé en détail les théories de ces savants, il en montre l'application au cas particulier des alliages de fer et de carbone et décrit les dispositifs des expériences faites pour l'étude des courbes de refroidissement et de solidification de ces alliages. Il explique également comment à chaque état moléculaire bien défini de ces alliages, on note sur la courbe de refroidissement un point d'arrêt, l'alliage restant pendant un temps sensiblement plus long à la même température. C'est ainsi, par exemple, que, pour un alliage pauvre en carbone, la courbe de refroidissement présente deux points d'arrêt très nets ; qu'elle en présente trois dans un alliage contenant moins de 0,35 °/ₒ de carbone. Pour des alliages contenant respectivement de 0,35 à 0,8 °/ₒ, 0,8 °/ₒ et plus de 0,8 °/ₒ de carbone, les courbes de refroidissement présentent deux, un et deux points d'arrêt. L'auteur montre quels sont les changements moléculaires qui, d'après les théories d'Osmond et de Roberts-Austen, correspondent à ces points d'arrêt.

### PHYSIQUE INDUSTRIELLE

**Comparaison des divers types de chaudières marines.** — Dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 30 juin et 1ᵉʳ juillet, M. Gonnis publie une étude sur les divers types de chaudières adoptés sur les navires de guerre.

Cette étude comporte principalement une analyse et une discussion d'un rapport récemment présenté à l'Institution of Naval Architects par M. F. T. Marshall et relatif à la comparaison des chaudières employées sur les croiseurs anglais *Andromède* et *Hermès*, sur le cuirassé portugais *Don Carlos Iᵉʳ*, et sur le cuirassé chinois *Hai-Chi*.

Les types et conditions d'établissement de ces diverses installations peuvent être résumés comme suit :

| Nom du navire | Andromède | Hermès | Don Carlos Iᵉʳ | Hai-Chi |
|---|---|---|---|---|
| Type de chaudière | Belleville avec surchauffeur | Belleville avec surchauffeur | Yarrow | Cylindrique |
| Nombre de chaudières | 30 | 18 | 12 | 8 |
| Pression de la vapeur par centimètre carré, en kg. | 21,09 | 21,09 | 21,09 | 10,9 |
| Puissance normale indiquée, en chevaux | 16 500 | 10 000 | 8 000 | 12 000 |
| Surface de chauffe, en mètres carrés | 3 729 | 2 234,2 | 2 973,2 | 2 560 |
| Surface de chauffe, par cheval indiqué | 0,22 | 0,22 | 0.36 | 0.21 |
| Surface de grille | 133,7 | 69,67 | 54,53 | 87,32 |
| Encombrement total des installations, en mètres carrés | 457,5 | 287,9 | 226,6 | 322,4 |
| Poids total des chaudières, en tonnes | 782,36 | 479,57 | 334,28 | 751 |

L'auteur décrit en détail ces installations en insistant notamment sur les dispositifs d'alimentation, sur les conditions de marche normale et de marche forcée et sur la facilité des réparations.

Comme conclusions de son étude, il exprime l'opinion que les chaudières Belleville conviennent aux grandes vitesses pendant un temps prolongé et que leur fonctionnement est économique. La production de vapeur est rapide et la pression de vapeur peut se modifier facilement. Par contre, il estime que ces chaudières ne sauraient être forcées et il les trouve un peu compliquées. Les chaudières Yarrow et les chaudières cylindriques ne lui paraissent pas aussi avantageuses et économiques pour la production continue de vapeur.

Les chaudières Yarrow semblent devoir supporter facilement des marches forcées et des variations considérables de pression ; d'une construction très simple, elles peuvent être nettoyées et réparées facilement. Les chaudières cylindriques conviendraient pour de faibles pressions ; leur nettoyage est facile mais leur mise en train et les changements de pression ne peuvent se faire qu'avec lenteur.

L'auteur pense que l'on ne saurait se prononcer d'une façon générale et absolue sur les avantages respectifs des types de chaudières employés jusqu'ici. A chaque cas particulier, suivant la puissance et les conditions de marche du navire, correspond une solution spéciale.

**Essais effectués sur un moteur à gaz de 600 chevaux alimenté par des hauts fourneaux.** — La *Revue universelle des Mines*, de mai 1900, publie le rapport de M. H. Hubert, Ingénieur en chef, directeur des mines, chargé de cours à l'Université de Liège, sur les essais effectués, les 20 et 21 mars 1900, sur un moteur à gaz de 600 chevaux, du système Ed. Delamare-Deboutteville et Cockerill, alimenté par les hauts fourneaux de la Société anonyme John Cockerill.

Ce moteur, construit pour actionner directement une machine soufflante horizontale à double effet, rend désormais les hauts fourneaux indépendants des chaudières et montre la possibilité de mettre à la disposition de l'industrie une énorme quantité d'énergie jusqu'ici inutilisée ou plutôt gaspillée.

Les résultats des essais ont été remarquables, comme les lecteurs du *Génie Civil* ont pu s'en rendre compte par la communication de M. Greiner à l'*Iron and Steel Institute* (1). Ils consacrent d'une façon définitive l'important progrès réalisé par l'emploi des gaz de haut fourneau pour la production directe de la force motrice et mettent en évidence un nouveau moteur capable d'activer économiquement et dans des conditions de marche industrielle la machine soufflante elle-même.

### TRAMWAYS

**Tramway électrique suburbain de Budapest à Budafok (Hongrie).** — MM. Julius von Fischer et Alfred Brunn décrivent, dans le *Street Railway*, du mois de juillet, le tramway électrique suburbain de Budapest à Budafok, qui a été mis en exploitation le 2 septembre 1899.

Les auteurs expliquent d'abord comment on a été amené à adopter pour ce tramway le trolley latéral Dickinson et les avantages que présente cette adoption ; puis ils décrivent le mode de construction de la ligne de trolley.

La longueur totale de la ligne est de 9ᵏᵐ6 ; elle comporte neuf garages d'évitement. Les rails sont du type Vignole et pèsent 23ᵏᵍ6 le mètre courant. Le rayon minimum des courbes est de 50 mètres et la rampe maximum est de 3,5 °/ₒ.

Le poids supporté par un essieu ne devant pas dépasser 5 tonnes, la Compagnie a adopté des trucks « maximum traction », chacun d'eux portant un moteur de 25 chevaux. Les voitures sont divisées en deux parties pouvant contenir, l'une 20 voyageurs debout, l'autre 28 voyageurs assis. Les voitures de remorque sont munies d'un contrôleur qui sert à commander les moteurs de la voiture automotrice, lorsque la voiture de remorque se trouve en avant ; ce dispositif évite de changer la position des voitures aux extrémités de la ligne.

Des locomotives électriques servent au transport des marchandises ; elles portent également des moteurs de 25 chevaux. Les automotrices et les locomotives peuvent atteindre, à plat terrain, une vitesse de 38 kilom. à l'heure.

La station génératrice contient deux machines à vapeur horizontales Nicholson compound à condensation, de 150 chevaux chacune, faisant 150 tours par minute. Ces machines sont accouplées directement à des génératrices de 200 ampères 500 volts ; l'une fournit le courant à la ligne, l'autre sert de réserve. Pour uniformiser la charge sur les machines, une batterie d'accumulateurs est montée en parallèle avec les génératrices ; elle comprend 285 éléments Tudor et sa capacité est de 231 ampères par heure, mais elle peut, en cas de besoin, fournir 460 ampères pendant de courtes périodes.

---

## Erratum.

Dans le dernier numéro du *Génie Civil*, en décrivant les Palais de l'Esplanade des Invalides, c'est par erreur que l'auteur de l'article a dit (page 259) que les amphores disposées contre les piliers de façade des palais de fond avaient été fournies par la *faïencerie* de Choisy-le-Roi. Ces amphores ont été exécutées et mises à la disposition de l'architecte, M. Tropey-Bailly, par la *tuilerie* de Choisy-le-Roi (Établissements Gilardoni fils, A. Brault et Cⁱᵉ).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 3, p. 39.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 16. **N° 949.** Samedi 18 Août 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Service des Eaux. Usine élévatoire de la Société française des pompes Worthington *(planches XXV et XXVI)*, p. 281; E. Cayla. — **Mines** : L'industrie diamantifère au Cap, p. 287; F. Schiff. — Fonçage et muraillement simultanés d'un puits aux mines de la Bouble, p. 291. — **Congrès** : Congrès de sécurité et de surveillance en matière d'appareils à vapeur, p. 293; P. V. — **Variétés** : Générateur oléothermique, p. 295; — L'hospitalisation des émigrants à Hambourg, p. 296.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils (20 juillet 1900), p. 298. — Académie des Sciences (6 août 1900), p. 298. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 299. — Informations : Distinctions honorifiques, p. 300; — Institut national Agronomique. Liste, par ordre de mérite, des élèves sortis en 1900 avec le diplôme d'Ingénieur agronome, p. 300; — École supérieure des Mines. Liste, par ordre de mérite, des élèves sortis avec le diplôme d'Ingénieur civil des Mines, p. 300.

*Planches XXV et XXVI:* Usine élévatoire de la Société française des Pompes Worthington.

## EXPOSITION DE 1900

### SERVICE DES EAUX

**Usine élévatoire de la Société française des Pompes Worthington.**

*(Planches XXV et XXVI.)*

Parmi les services qui fonctionnent actuellement à l'Exposition Universelle de 1900, le Service des Eaux est l'un des plus importants. Il est chargé, en effet, d'assurer chaque jour la fourniture de la quantité d'eau nécessaire à la condensation des machines qui sont mises en mouvement dans les Palais de la Mécanique et de l'Électricité, soit pour le service de la force motrice, soit pour le service de l'éclairage.

Cette condensation absorbe, en marche normale, un volume d'eau égal à 1 000 litres par seconde, environ, soit 3 600 mètres cubes par heure [1]. En outre, l'eau employée à cet usage, participe, comme nous le verrons, à l'alimentation de la plus grande partie des bassins du Château d'Eau, dont la cascade supérieure est seule alimentée par de l'eau de source prise sur les canalisations de la Ville.

En raison de l'importance des résultats à obtenir et de l'intérêt que pouvait présenter la réalisation d'un projet qui devait satisfaire à la fois à deux buts différents, l'Administration de l'Exposition organisa, au mois de septembre de l'année 1898, un concours pour la construction de deux usines élévatoires destinées à fournir l'eau de Seine nécessaire à l'alimentation de la Cascade et à la condensation des machines.

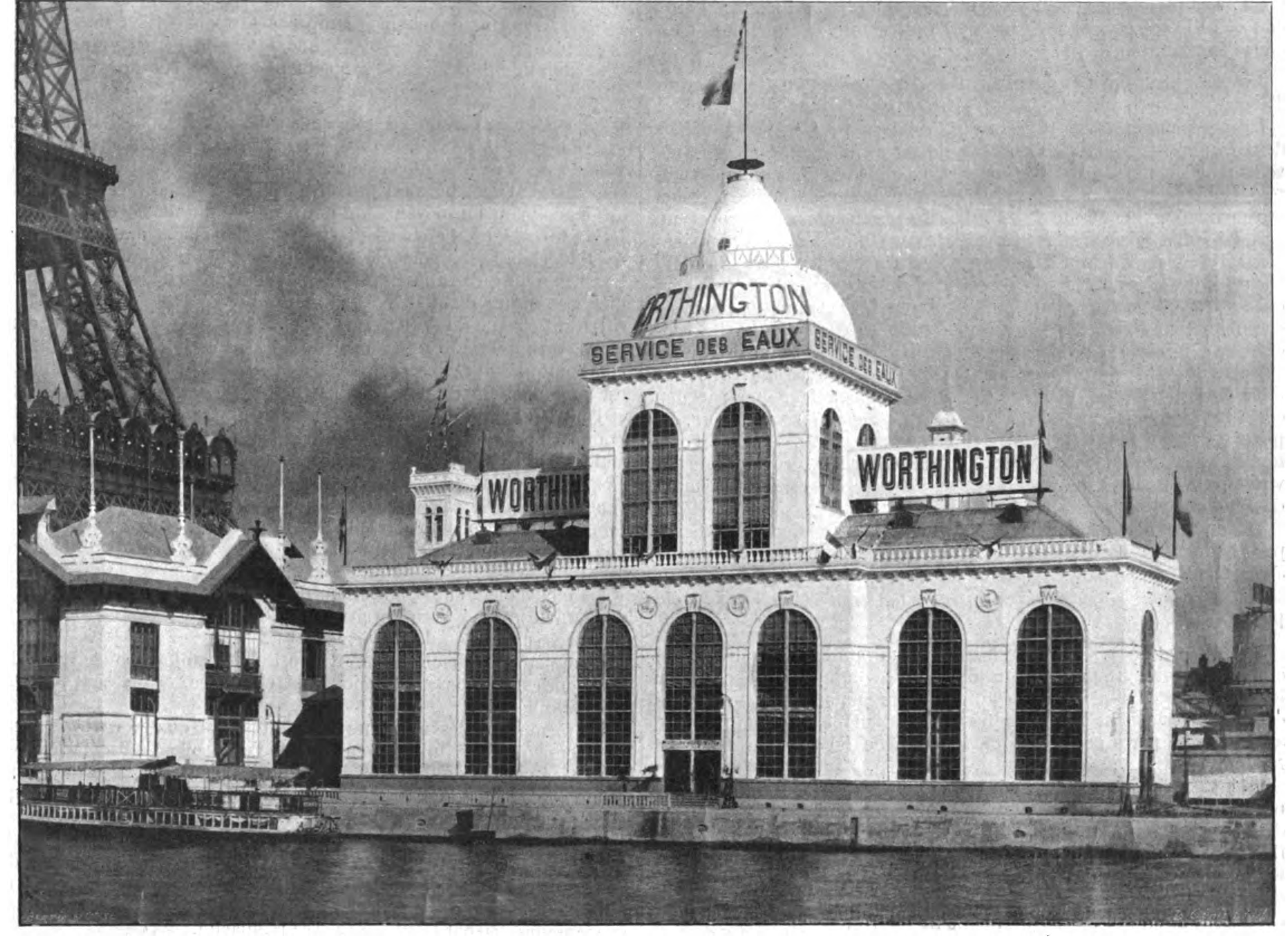



Fig. 1. — Service des Eaux de l'Exposition de 1900 : Usine élévatoire Worthington.

(1) L'alimentation des chaudières, qui nécessite un volume d'eau beaucoup moins important, est faite au moyen d'eau de source à l'aide de conduites branchées sur la canalisation de la Ville.

Les bases essentielles du concours étaient les suivantes : le concours devait avoir lieu exclusivement entre constructeurs français ; les deux usines élévatoires pouvaient être indépendantes ou réunies en une seule ; enfin, l'Administration se réservait de traiter soit avec un seul constructeur pour l'ensemble des deux usines, soit avec des constructeurs différents pour chacune d'elles.

L'entreprise comprenait la construction des appareils, leur mise en place, la construction des bâtiments et de la cheminée, l'exploitation des usines pendant toute la durée de l'Exposition, et, après la clôture de l'Exposition, le démontage et l'enlèvement des appareils et matériaux.

L'emplacement désigné pour l'établissement des usines se trouvait en aval du pont d'Iéna, sur la rive gauche de la Seine, entre la nouvelle ligne du chemin de fer de l'Ouest et le bord du fleuve, immédiatement en aval du Pavillon des Forêts.

Les deux groupes des machines installées, devaient être capables d'élever chacun, par seconde, un volume d'eau de 750 litres, puisée dans la Seine.

Comme conditions financières, il était stipulé que le constructeur de chaque usine aurait droit :

1° A une indemnité de 60 000 francs pour frais d'installation ;

2° A une certaine allocation par mètre cube d'eau effectivement élevé. Cette allocation devait être indiquée par les concurrents dans leur soumission, et son importance entrait évidemment en ligne de compte dans le classement à établir par le jury de concours.

A la suite de ce concours, on déclara adjudicataire unique la Société française des pompes Worthington, qui avait fourni un projet parfaitement étudié et offert les conditions financières les plus avantageuses.

Description générale de l'Usine. — A la suite d'une entente avec l'Administration de l'Exposition, la Société Worthington a été autorisée à réunir dans un bâtiment unique l'installation des deux groupes de machines élévatoires prévues. Elle a édifié, sur le bord de la Seine, une usine qui est un véritable pavillon d'Exposition (fig. 1 et 2) de fort belle apparence, qui occupe l'emplacement désigné plus haut dans l'énumération des bases du concours.

Avant d'entrer dans la description de cette usine nous préciserons d'abord le service auquel elle doit satisfaire.

L'eau est puisée dans la Seine et refoulée par les pompes dans deux conduites principales en fonte, de 0m 80 de diamètre, qui traversent le Champ-de-Mars jusqu'à la Cascade. Cette dernière comprend une vasque supérieure alimentée par de l'eau à haute pression provenant d'une conduite de la Ville, un bassin intermédiaire et un grand bassin inférieur. C'est dans le bassin intermédiaire que vient d'abord se déverser l'eau fournie par l'usine élévatoire pour se rendre ensuite dans le grand bassin inférieur, après avoir franchi plusieurs déversoirs. Ce dernier bassin peut être considéré comme le réservoir d'alimentation des condenseurs des machines ; c'est là que les conduites d'eau devant servir à la condensation, prennent leur origine.

Après avoir alimenté les condenseurs et subi, de ce fait, une notable élévation de température, l'eau retourne à la Seine par une conduite unique en béton armé, de 1m 10 de diamètre intérieur. Le point terminus de cette conduite se trouve un peu en aval de l'orifice de la galerie de prise d'eau, afin que la température de l'eau envoyée par les pompes ne risque pas de s'élever par suite du voisinage de l'eau chaude déversée.

Tel est, en résumé, le circuit suivi par l'eau puisée dans la Seine par les machines élévatoires, circuit qui est presque fermé, puisque après avoir passé par la Cascade et les condenseurs, cette eau revient se déverser dans la Seine presque au même point où elle avait été puisée.

*Salle des machines.* — Les machines sont au nombre de quatre (fig. 3) et forment deux groupes symétriques disposés longitudinalement sur les grands côtés d'un rectangle au centre duquel se trouve le puisard dans lequel plongent les conduites d'aspiration et qui communique avec la Seine par une galerie de 1 mètre de largeur sur 1m 50 de hauteur (fig. 1 à 7, pl. XXV).

Le niveau du sol de la salle des machines est à la cote 30, soit à trois mètres au-dessus du niveau normal de la Seine, qui est à la cote 27 ; le déversoir du bassin intermédiaire de la Cascade étant à la cote 47m 50, il en résulte que la hauteur normale d'élévation de l'eau est de 20m 50. En temps de chômage, le niveau de la Seine peut être abaissé jusqu'à la cote 26 et même 25m 50, de sorte que la hauteur d'élévation de l'eau peut atteindre 21m 50 ou même 22 mètres.

Chaque machine, à son allure normale, peut fournir 500 litres à la seconde, soit 1 800 mètres cubes par heure. L'ensemble des quatre machines est donc susceptible de débiter 2 000 litres à la seconde, ce qui donne un total de 172 800 mètres cubes par journée de vingt-quatre heures ; ce dernier débit pourrait même être porté, en marche intensive, à 182 000 mètres cubes. Mais un pareil volume est bien supérieur à celui qui est demandé pour le service de la Cascade et l'alimentation des condenseurs. Ceux-ci n'absorbent généralement pas plus de 1 000 litres par seconde, de sorte qu'en service normal, un seul groupe de machines élévatoires fonctionne, l'autre étant considéré comme groupe de secours. Toutefois, cette disposition, qui a été imposée par le cahier des charges, n'a pas eu de caractère utile jusqu'à présent, les pompes n'ayant jamais subi la moindre avarie et le service ayant toujours été assuré avec un seul groupe de pompes d'une façon absolument régulière depuis la mise en marche.

Un appareil enregistreur, du système Parenthou, mis en communication électrique avec le Château d'Eau, permet de connaître, à chaque instant de la journée, le niveau de l'eau dans le bassin inférieur de la Cascade et de régler, en conséquence, l'allure des machines. Nous avons déjà vu que ce bassin forme le réservoir d'alimentation des condenseurs des machines nécessaires au service de la force motrice et de l'éclairage de l'Exposition ; il faut donc que l'eau y soit maintenue à un niveau suffisant pour assurer dans de bonnes conditions le service de la condensation.

Les quatre machines élévatoires installées sont du type Worthington horizontal, à triple expansion et à cylindres compensateurs (fig. 3 et 4 du texte ; fig. 1 à 6, pl. XXV et fig. 1 à 4, pl. XXVI), ainsi que nous le verrons plus loin. Ces machines ont été montées à l'aide d'un pont roulant d'une force de 5 tonnes (fig. 5, pl. XXV), lequel peut se déplacer sur toute la longueur de la salle des machines, soit 30 mètres environ ; les voies de roulement se trouvent à 8 mètres au-dessus du sol et sont supportées par des consoles fixées aux montants verticaux de la construction.

La salle des machines (fig. 3 et 4 du texte et fig. 6, pl. XXV), dans laquelle le public est admis, occupe la plus grande partie du rez-de-chaussée de l'usine ; elle est vaste, largement éclairée par de grandes baies vitrées et d'une admirable propreté. Son plafond, en forme de voûte, est très élevé et tapissé d'un vélum de couleur claire sur lequel sont piquées, à des distances assez rapprochées, 250 lampes à incandescence. Les lignes de lumière se continuent sur les parois verticales de la salle jusqu'à deux mètres au-dessus du sol. Le soir, l'éclairage obtenu est tout à fait satisfaisant ; la disposition employée donne les meilleurs résultats car, au lieu de la lumière vive qui se dégage ordinairement des lampes à arc, on obtient une sorte de lumière diffuse très agréable, d'une intensité moins grande, mais beaucoup mieux répartie et supprimant totalement l'inconvénient des ombres.

*Salle des chaudières.* — A côté de la salle des machines se trouve la salle des chaudières (fig. 4 et 6, pl. XXV), qui a 15 mètres de longueur sur 12 mètres de largeur. Elle comprend quatre générateurs Babcock et Wilcox pouvant produire 5 000 kilogr. de vapeur à l'heure et fonctionnant au moyen d'un nouveau système de foyer à alimentation mécanique. Le charbon est emmagasiné dans une soute située sous la chaufferie, puis élevé au moyen d'un élévateur système Bagshawe jusqu'à une trémie centrale située au-dessus des chaudières et munie de quatre distributeurs.

Devant chaque foyer (fig. 7) se trouve une trémie secondaire dont l'ouverture inférieure est variable et permet de régler la quantité de charbon qui doit être consommée sur la grille. Cette grille, en fonte, est mobile autour de deux tambours horizontaux placés l'un à l'avant et l'autre à l'arrière de la chaudière ; elle est composée d'un certain nombre d'éléments formés chacun par une suite de petits barreaux articulés à leurs deux extrémités, de manière que l'ensemble offre l'aspect d'une large chaîne sans fin dans laquelle les maillons seraient représentés par les petits barreaux en fonte déjà cités. Les escarbilles tombent sous le tambour placé à l'arrière et sont ramenées vers l'avant dans un transporteur mécanique qui se meut parallèlement à la ligne des foyers et en avant de ceux-ci.

Le mouvement de translation de la grille est très lent ; il est d'ailleurs combiné avec l'arrivée du charbon, de façon à obtenir la meilleure utilisation de ce dernier.

Ce système de chauffage paraît favoriser la combustion complète du charbon, car les gaz, à la sortie de la cheminée, ne donnent presque pas de fumée.

De même que les machines élévatoires, les quatre chaudières ne fonctionnent pas simultanément ; deux d'entre elles suffisent à assurer le service normal de l'usine, tandis que les deux autres forment un groupe de secours. Cette disposition, tant pour les générateurs que pour les pompes, a été exigée par l'Administration, afin qu'on puisse parer promptement à toute éventualité en cas d'accident. On conçoit, en effet, qu'une interruption dans le service des eaux, même de courte durée, pourrait avoir les plus graves conséquences pour la marche des machines motrices et des groupes électrogènes, dont les condenseurs doivent fonctionner avec régularité.

La pression de la vapeur est de 11 atmosphères à la sortie des générateurs.

L'eau d'alimentation est fournie par deux pompes Worthington verticales du type marin ; avant d'être élevée dans les chaudières, elle passe d'abord dans des réchauffeurs, puis dans des filtres.

*Aménagements divers.* — La cheminée, à section carrée, est ingénieusement dissimulée dans l'intérieur du bâtiment et vient se terminer

au centre de la partie supérieure de la coupole (fig. 4, pl. XXV). Cette disposition contribue à donner à l'usine élévatoire un aspect extérieur très satisfaisant qui ne dépare nullement l'ensemble des palais environnants.

D'ailleurs, le pavillon Worthington, à côté de son installation purement mécanique, comporte une série d'aménagements intérieurs dont le luxe égale le confortable. Au premier étage se trouve un grand salon de réception placé exactement au-dessus de la salle des machines et auquel on accède soit par un escalier en spirale, soit par un ascenseur du système Pifre. A l'étage supérieur sont installés les bureaux des ingénieurs et les salles de dessin. Enfin, à la partie supérieure du bâtiment se trouve un balcon circulaire régnant sur le pourtour de la coupole et d'où l'on jouit d'une très belle vue.

Construction du Batiment. — Le mode de construction du bâtiment mérite une mention toute spéciale par sa nouveauté et sa hardiesse. La légèreté de l'ossature métallique est particulièrement remarquable (fig. 1 et 2, pl. XXV).

Les murs extérieurs de l'usine ainsi que les cloisons principales placées à l'intérieur (fig. 1 et 2, pl. XXV) sont constitués par une série de panneaux métalliques, tous identiques, dont l'un est représenté en détail par la figure 3 (pl. XXV). Chaque panneau, comme on le voit, est composé de quatre cornières de petit échantillon 45 × 45 × 5 et de deux fers plats de 100 millimètres de largeur sur 5 millimètres d'épaisseur. Les fers plats sont réunis entre eux et aux cornières au moyen de rivets, de façon à former un élément de construction parfaitement rigide. Tous ces éléments sont ensuite juxtaposés ou superposés pour constituer un pan de fer ; ils sont fixés l'un à l'autre au moyen de boulons. La première rangée horizontale qui repose directement sur les murs de fondations est solidement ancrée à ceux-ci au moyen de boulons de fondation. Entre chacun des premiers éléments ainsi placés, sont intercalés de simples fers plats verticaux formant fourrure et servant de guidage à la deuxième assise de panneaux.

Le remplissage de ces panneaux métalliques est fait au moyen de carreaux de plâtre mesurant seulement 5 centimètres d'épaisseur et appuyés sur les bords des cornières qui forment le fond des panneaux.

Les ailes des cornières ayant 45 millimètres de largeur, on voit que les faces antérieures des carreaux de plâtre dépassent le bord de ces ailes juste assez pour les cacher. L'extérieur des murs est recouvert d'une simple couche de silicate de chaux, tandis que la face intérieure reçoit un enduit de plâtre de 2 centimètres d'épaisseur. On obtient ainsi, en résumé, des murs, d'une grande hauteur et d'une solidité qui a fait ses preuves, ne mesurant pas plus de 7 centimètres d'épaisseur.

Ajoutons cependant qu'un système de contreventement très ingénieux relie l'un à l'autre les murs de la façade antérieure et de la façade postérieure du bâtiment et empêche leur renversement. Ce contreventement est assuré par les poutres mêmes des planchers (fig. 2, pl. XXV), qui sont des poutres à treillis terminées à leurs extrémités par de grandes consoles. Chacune de ces poutres, suivant le principe général de la construction qui nous occupe, est constituée par des panneaux rigides boulonnés entre eux.

En définitive, la partie métallique de la construction se compose d'un très grand nombre d'éléments, de dimensions et de poids relativement très faibles, dont le transport est excessivement facile et dont la mise en place ne nécessite aucun appareil ni échafaudage spécial.

Ces divers avantages ont été fort appréciables durant la construction du pavillon. A ce moment, en effet, les abords du chantier de l'usine à édifier étaient encombrés presque partout : en avant, par le mur du quai qu'on était en train d'élever; en arrière, par la tranchée des Moulineaux qu'on prolongeait pour raccorder la gare du Champ-de-Mars à la station des Invalides; en amont, par le Palais des Forêts; en aval, par la réfection de la berge.

En présence d'un chantier aussi inaccessible, tout autre système de construction que celui employé eût été difficilement applicable, tandis que la manutention extrêmement facile des éléments que nous venons de décrire a permis de surmonter toutes les difficultés.

Indépendamment des parties métalliques, on a disposé sur le pourtour du bâtiment, et de distance en distance, des montants verticaux en bois qui s'assemblent sur les panneaux en fer; ils servent en même temps d'huisserie aux baies vitrées et de points d'appui aux consoles qui supportent les voies du pont roulant placé à l'intérieur de la salle des machines (fig. 5, pl. XXV). Ajoutons enfin que les panneaux métalliques, réunis comme nous l'avons dit par de simples boulons, sont susceptibles de servir, après la clôture de l'Exposition, à édifier un bâtiment de dimensions différentes de celui actuellement construit.

Les planchers sont constitués, à la façon ordinaire, par des frises en sapin posées sur lambourdes ; ils sont recouverts sur toute leur surface par un tapis en linoléum.

La décoration extérieure du Pavillon, quoique très simple, a cependant été traitée avec beaucoup de soin; les grandes baies qui découpent

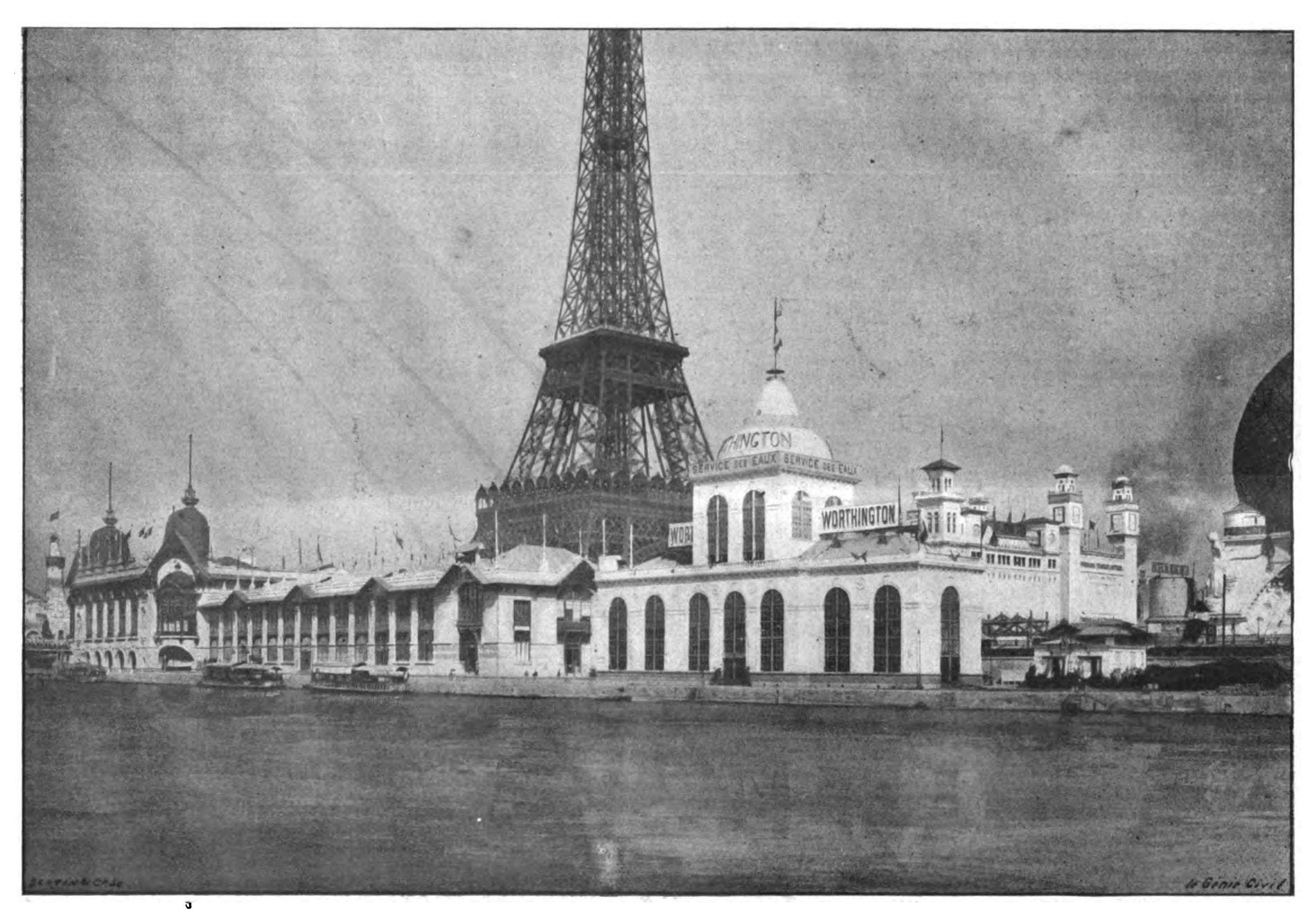



Fig. 2. — Service des Eaux de l'Exposition de 1900 : Vue générale de l'Usine élévatoire Worthington au Champ-de-Mars.

les façades, la balustrade qui surmonte la corniche à hauteur du premier étage, la coupole élancée, produisent le meilleur effet.

A l'intérieur, les vélums blancs fixés à la partie inférieure des poutres métalliques et formant voûtes, remplacent avec avantage les plafonds ordinaires et donnent principalement à la salle des machines et au salon de réception un aspect très élégant. Tous ces vélums sont ignifugés.

Machines élévatoires Worthington a cylindres compensateurs. — Ces machines qui, comme nous l'avons vu, sont au nombre de quatre groupées deux à deux, comprennent les organes ordinaires des pompes tels que : cylindres à eau, cylindres à vapeur, etc., que nous décrirons successivement. De plus, elles comportent un perfectionnement très intéressant réalisé par l'emploi de cylindres compensateurs et qui mérite de fixer l'attention tout particulièrement.

Les dimensions des principaux organes sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| 2 cylindres à vapeur à haute pression de. . | 305 | millimètres de diamètre. |
| 2 — moyenne pression de | 508 | — — |
| 2 — basse pression de . . | 864 | — — |
| 2 plongeurs à double effet de. . . . . . | 660 | — — |
| Course commune . . . . . . . . . . | 610 | millimètres. |

*Cylindres à eau.* — Le corps de pompe de chaque machine (fig. 3 et 4 du texte et fig. 1 et 4, pl. XXVI) comporte deux cylindres à eau B disposés suivant deux lignes parallèles et fixés aux fondations par des boulons. Les chambres d'aspiration sont situées au-dessous des cylindres et font corps avec ces derniers. Elles sont reliées entre elles au moyen d'un cylindre horizontal C qui forme en même temps le corps du condenseur de la machine à vapeur et qui communique par un seul orifice avec la conduite d'aspiration. Cette dernière se termine par une crépine qui plonge dans le puisard (fig. 7, pl. XXV).

Les chambres de refoulement E sont boulonnées à la partie supérieure des cylindres à eau et sont également reliées entre elles par un tuyau transversal D communiquant par une seule ouverture avec la conduite de refoulement (fig. 1 et 3, pl. XXVI). Au-dessus du tuyau transversal de refoulement se trouve la chambre à air F, semblable à celle de toute autre pompe.

Les cylindres à eau sont divisés en leur milieu par un diaphragme traversé par le piston plongeur. A la partie supérieure et à la partie inférieure se trouvent des plateaux faisant corps avec les cylindres et dans lesquels sont vissés les sièges en bronze des clapets. Chacun de ces derniers, mesurant 12 centimètres de diamètre, est constitué par un disque en caoutchouc fonctionnant sur un guide-butoir en bronze et se fermant au moyen d'un ressort. La face postérieure des clapets est protégée contre le ressort par une rondelle métallique.

La disposition générale des conduites d'aspiration et de refoulement est indiquée dans les figures 6 et 7 (pl. XXV). Un système de vannes placé à l'extérieur de l'usine, dans une chambre souterraine (fig. 6, pl. XXV) permet de faire communiquer l'un ou l'autre des groupes de machines élévatoires avec l'une quelconque des grandes conduites de refoulement qui se prolongent jusqu'à la Cascade.

*Machines à vapeur.* — Chaque piston plongeur est actionné par une machine à vapeur à triple expansion dont les trois cylindres A, A' et A'' sont placés bout à bout et dont les tiges de piston sont accouplées en tandem avec celle du piston plongeur (fig. 2 et 3 du texte; fig. 1 et 3, pl. XXVI). Les efforts développés dans les cylindres à vapeur s'équilibrent de sorte que ceux-ci n'ont pas besoin d'être fixés aux fondations et sont simplement supportés par des rouleaux qui reposent eux-mêmes sur des plaques mobiles.

Les trois pistons à vapeur sont reliés de la façon suivante : le premier, à la tige du piston plongeur; le troisième, au moyen de deux tiges latérales à l'extérieur de la crosse, et le second au troisième, par une tige centrale. Cette disposition a l'avantage de permettre d'enlever chaque piston séparément en ne démontant qu'un cylindre, ce qui serait impossible avec trois pistons fixés sur une même tige centrale.

Les tiroirs de distribution sont du type cylindrique semi-rotatif; ils sont placés à chaque extrémité des cylindres à vapeur, de façon à réduire au minimum les espaces nuisibles. Ces tiroirs, logés dans des boîtes venues de fonte avec les cylindres à vapeur, mais garnies d'une doublure circulaire rapportée dans laquelle les lumières ont pu être fraisées avec grand soin, sont doublement actionnés par l'intermédiaire d'un levier à coulisse qui se meut sur un plateau central, actionné à son tour par la tige du piston de l'autre côté de la machine. Ce levier à coulisse est mû lui-même par une tige attachée à la crosse.

Les tiroirs d'échappement, au contraire, sont mus directement par un bras de levier fixé au plateau central de chaque cylindre; ils sont équilibrés, dans une certaine mesure, en vue de réduire au minimum l'effort nécessaire pour les mettre en mouvement.

Les organes de distribution sont réglables à volonté, c'est-à-dire que l'admission de la vapeur peut être réglée même pendant la marche, en faisant fonctionner les articulations qui se trouvent dans les coulisses des leviers dont nous avons parlé plus haut.

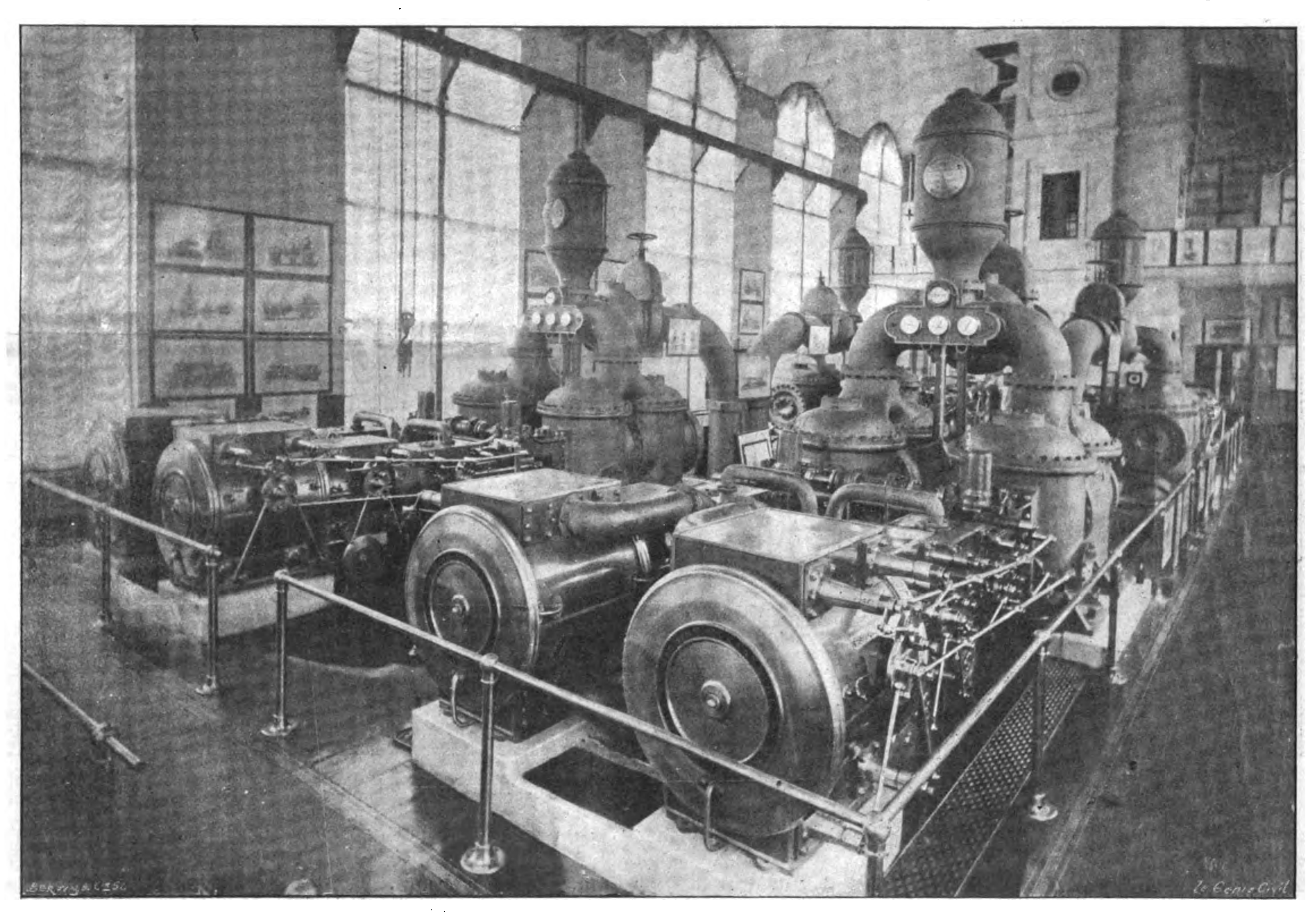


Fig. 3. — Service des Eaux de l'Exposition de 1900 : Vue de la salle des machines de l'Usine élévatoire Worthington.

L'admission de la vapeur peut varier dans une limite très étendue, de 15 à 95 %.

Avant d'entrer dans les cylindres, toute la vapeur vive traverse un séparateur Worthington S où elle dépose l'eau entraînée avec elle ; puis elle est utilisée dans le cylindre à haute pression A d'où elle passe, avant d'être admise au cylindre à moyenne pression, dans un réchauffeur J où circule de la vapeur venant directement des générateurs. De même, après utilisation dans le cylindre à moyenne pression A', la vapeur passe dans un second réchauffeur J' identique au premier et se rend dans le cylindre à basse pression A''.

Les trois cylindres à vapeur sont munis d'enveloppes de vapeur et l'eau de condensation de ces enveloppes, ainsi que celle provenant des réchauffeurs et du séparateur, est refoulée dans la conduite d'alimentation des générateurs au moyen d'une petite pompe automatique T.

La conduite d'échappement de la vapeur débouche dans un condenseur C placé à l'arrière des corps de pompe ; ce condenseur fait d'ailleurs partie de la conduite d'aspiration, mais la quantité d'eau qui y passe est tellement grande, comparée à celle qui serait réellement nécessaire, que l'élévation de température qui en résulte n'atteint pas plus de 7 dixièmes de degré.

*Cylindres compensateurs.* — Le principal perfectionnement réalisé dans la nouvelle machine élévatoire Worthington consiste dans l'adjonction de deux cylindres compensateurs LL par corps de pompe. Ces cylindres font office de volants et réduisent la dépense de combustible en permettant à une machine du système duplex de travailler avec détente variable. Ils sont placés de chaque côté de la machine (fig. 1 et 3, pl. XXVI) et supportés par les entretoises qui relient la pompe aux cylindres à vapeur, de manière à pouvoir osciller librement dans les deux sens en suivant les mouvements de la crosse.

Chaque cylindre compensateur est rempli d'eau et communique avec un tube à deux branches par l'intermédiaire d'un tourillon creux. Les extrémités des pistons plongeurs qui se meuvent dans les cylindres compensateurs, appuient contre une tête de bielle attachée à la crosse de façon à ralentir le mouvement des pistons pendant la première moitié de la course et à l'accélérer pendant la deuxième moitié.

Les positions successives des cylindres compensateurs sont indiquées d'une façon schématique dans la figure 9. La pression dans les cylindres compensateurs est déterminée par celle de l'eau dans la conduite principale et subit les mêmes variations.

Fig. 5. — Diagrammes pris sur les cylindres à haute et à basse pression.

Les cylindres compensateurs absorbent de l'énergie pendant l'admission de la vapeur et la restituent pendant la détente ; ce sont de véritables ressorts hydrauliques produisant virtuellement l'office d'un volant, avec cette différence très importante, toutefois, qu'ils utilisent la pression de l'air emmagasiné dans la chambre à air dont nous avons parlé plus haut, au lieu de la force d'inertie d'une masse en mouvement. Le rendement des machines de ce système est conséquemment beaucoup plus élevé. Leur marche peut se régler facilement d'après la puissance du travail à effectuer, mais cette puissance n'est nullement affectée par l'allure de la machine. En somme, on peut obtenir le même degré de détente, soit avec une vitesse linéaire de 3 mètres par minute, soit avec une vitesse de 60 mètres. Cette particularité permet de réaliser une économie notable lorsqu'il s'agit d'un service intermittent.

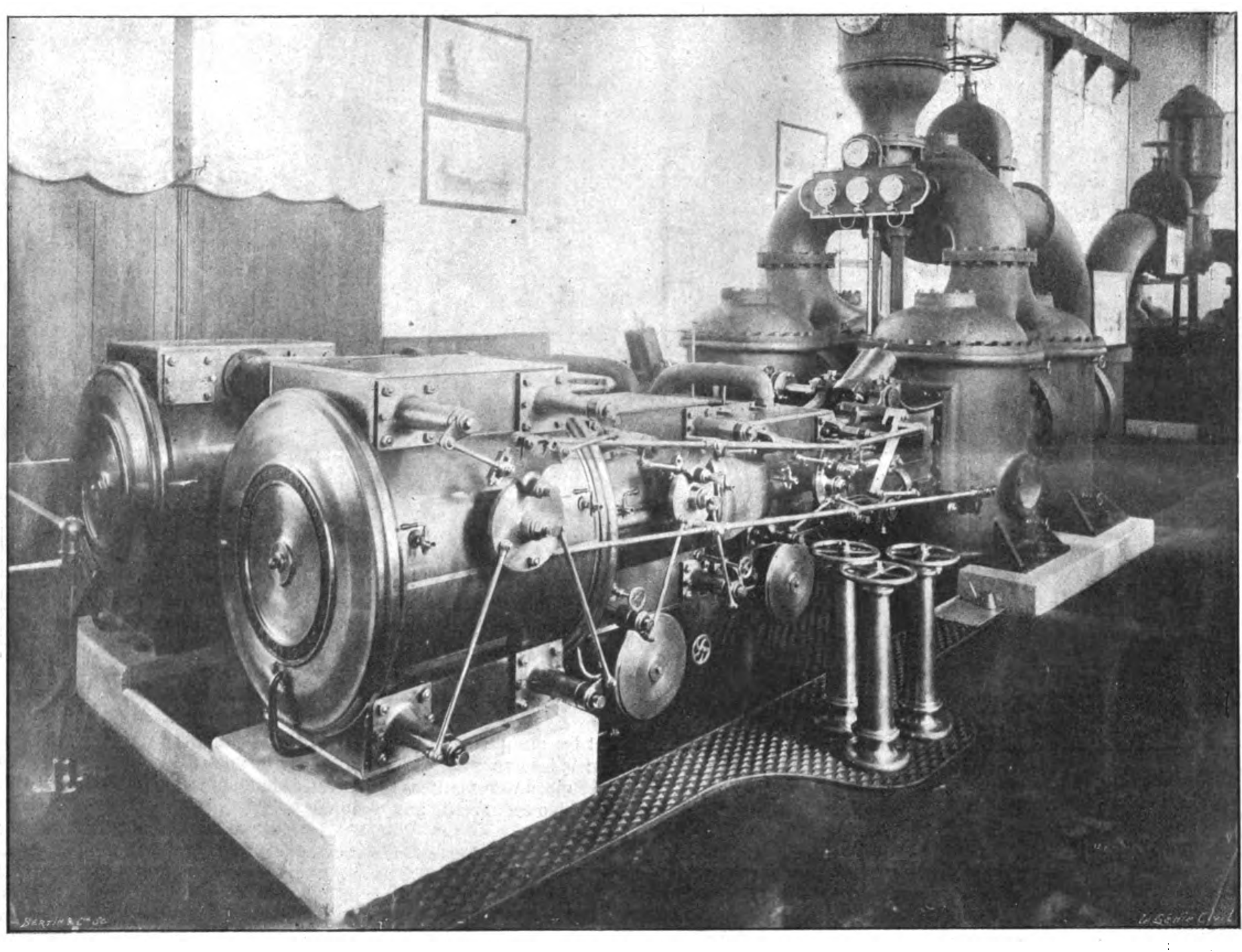


Fig. 4. — Service des Eaux de l'Exposition de 1900 : Vue d'une machine élévatoire Worthington.

On sait qu'en pareil cas, pour obtenir les résultats les plus économiques avec une machine à volant, il faut la faire marcher à sa vitesse normale, l'économie diminuant rapidement dès que la machine ralentit sa marche. Chaque changement de vitesse du volant nécessite une modification correspondante dans le degré d'admission de la vapeur. Lorsque la vitesse diminue, la vapeur doit suivre plus loin le piston dans sa course, ce qui a pour effet de réduire l'expansion et par suite

l'effet utile de la machine. De plus, une machine à volant a nécessairement une vitesse minima limitée et, par exemple, une machine construite pour 40 tours pourrait difficilement en faire 5 ou 10 seulement, tandis qu'au moyen des compensateurs, toute limite a disparu.

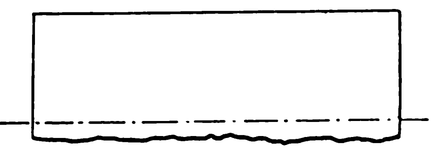


Fig. 6. — Diagramme du cylindre à eau.

En même temps qu'ils font office de volant, les cylindres compensateurs servent également d'organes de sûreté. Si, en effet, une rupture vient à se produire dans la conduite de refoulement, la pression cesse dans les cylindres compensateurs en même temps que dans la chambre à air, et la vapeur, en se détendant, n'ayant pas par elle-même assez de puissance pour amener les pistons à fond de course, avant le renversement des obturateurs, il s'ensuit que tout danger de rupture est écarté. Ce fait a été fréquemment constaté dans la pratique et des accidents ont pu ainsi être évités aux machines.

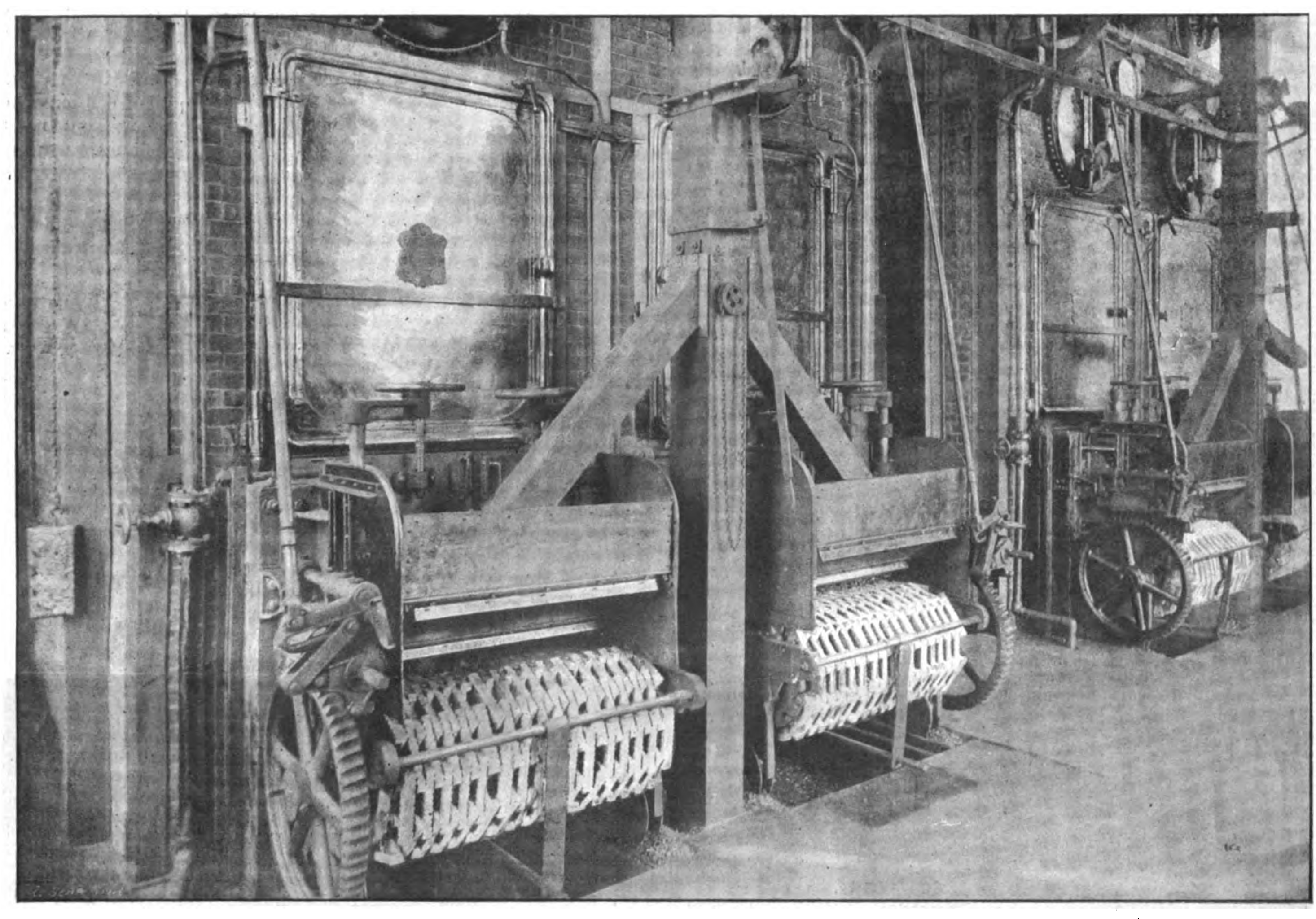


Fig. 7. — Service des Eaux de l'Exposition de 1900 : Vue des foyers à chargement mécanique.

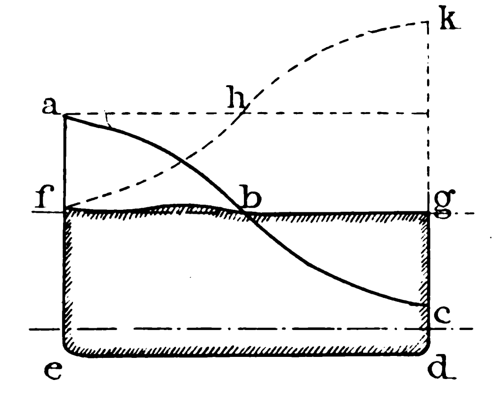



Fig. 8. — Diagrammes combinés des cylindres compensateurs et des cylindres à vapeur.

Enfin la figure 5, représentant des diagrammes pris sur une machine Worthington à compensateurs, montre que la détente commence à un point peu avancé de la course du piston, ce qui amène une baisse rapide de la pression vers la fin de la course, tandis que le diagramme des cylindres à eau indique une pression invariable (fig. 6).

On remarque, en effet, que la pression dans les cylindres compensateurs, représentée par la ligne *fhk* et combinée avec la ligne *abc* qui donne la pression effective dans les cylindres à vapeur, se traduit par la ligne *fbgde* indiquant la pression transmise effectivement aux pistons plongeurs.

On constate facilement que le diagramme résultant est presque identique au diagramme du cylindre à eau.

Fonctionnement de l'Usine. — Nous avons vu que deux pompes seulement sur quatre suffisaient à assurer le service de la condensation ; leur allure est d'ailleurs réglée suivant la marche des machines motrices et des groupes électrogènes. Or, les machines fonctionnent de la façon suivante : pendant la matinée un très petit nombre d'entre elles sont en marche ; l'après-midi, presque toutes les machines motrices et les groupes électrogènes fonctionnent sous les yeux des visiteurs, mais les dynamos tournent sans charge ; dans la soirée, au contraire, les machines motrices sont arrêtées et toute la puissance motrice disponible est affectée aux groupes électrogènes qui assurent à ce moment l'éclairage d'une grande partie de l'Exposition. Cette dernière période de service est celle qui nécessite le plus grand volume d'eau pour la condensation et elle correspond, en effet, au débit simultané des conduites de refoulement de l'usine élévatoire pour l'eau à moyenne pression et de la conduite de la Ville pour l'eau à haute pression. C'est aussi le moment où tous les jeux de la Cascade sont combinés pour produire les plus grands effets.

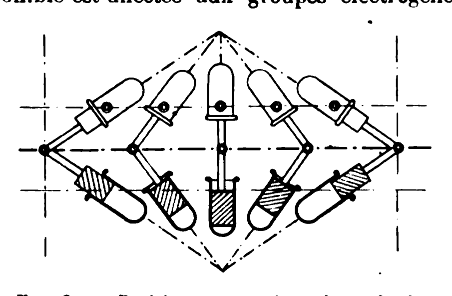


Fig. 9. — Positions successives des cylindres compensateurs pendant la course du piston.

En conséquence, la marche journalière des pompes est réglée d'une façon générale, comme suit : une pompe fonctionne de 8 heures et demie du matin à 11 heures et demie du soir, tandis que l'autre ne se met en marche qu'à 1 heure et demie pour s'arrêter aussi à 11 heures et demie. Soit, au total, 25 heures de marche effective, rapportées à une seule pompe.

Le débit par seconde étant de 500 litres, cela donne, pour 25 heures de marche :

$$0{,}5 \times 3\,600 \times 25 = 45\,000 \text{ mètres cubes.}$$

Telle est, normalement, la production journalière de l'usine élévatoire.

Il est intéressant de connaître la puissance demandée pour cette production.

Si l'on ne tient pas compte des pertes de charge par frottement dans les conduites d'aspiration et de refoulement, et si l'on ne considère que la différence de hauteur entre les deux niveaux extrêmes, laquelle différence est égale à 20m 50, on aura comme expression de la puissance théorique absorbée par une pompe :

$$P = \frac{500 \times 20{,}50}{75} = 136^{ch}6,$$

et, pour deux pompes marchant simultanément, 273ch 2.

En tenant compte des différentes pertes de charge, la puissance théorique totale doit être voisine de 300 chevaux.

Les expériences faites sur ces machines élévatoires permettent de compter sur un rendement total de 0,882, dont 0,90 pour la machine à vapeur et 0,98 pour la pompe proprement dite, de sorte que la puissance totale effective de l'usine doit être au moins de :

$$\frac{300}{0{,}882} = 340 \text{ chevaux.}$$

Le diamètre des pistons plongeurs étant de 0m 660 et leur course de 0m 610, pour l'élévation de 500 litres à la seconde, la vitesse linéaire des pistons, en tenant compte du rendement volumétrique de 98 %, est la suivante :

$$\frac{0{,}500 \times 60}{\pi \times \frac{0{,}660^2}{4} \times 2 \times 0{,}98} = 44^m 80 \text{ environ à la minute,}$$

ce qui correspond à un nombre de coups doubles égal à :

$$\frac{44{,}8}{0{,}610 \times 2} = 36{,}7 \text{ à la minute.}$$

Ainsi qu'il a été dit précédemment, cette vitesse peut être sensiblement augmentée ou diminuée à un moment donné sans modifier le degré de détente.

Quant à la consommation de vapeur par cheval-heure en eau montée, elle est voisine de 7 kilogr., non compris le chauffage des enveloppes.

La Société française des pompes Worthington est merveilleusement placée pour faire apprécier ses machines au public intéressé, puisqu'elle lui présente une installation complète, fonctionnant dans les conditions ordinaires de la pratique.

E. Cayla,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## MINES

### L'INDUSTRIE DIAMANTIFÈRE AU CAP

La situation géographique des champs diamantifères du Cap est trop connue des lecteurs du *Génie Civil* (1) pour que nous nous y arrêtions ici. Nous nous contenterons de rappeler que la ville de Kimberley, la capitale du diamant, qui vient de jouer un rôle si important dans les tristes événements qui se déroulent actuellement dans l'Afrique du Sud, occupe à peu près le centre de ce district minier, assis sur la frontière de la colonie du Cap et de l'État d'Orange. Quant aux mines elles-mêmes, celles du groupe de la De Beers, c'est-à-dire les mines Kimberley, De Beers, Bultfontein et Dutoitspan, sont dans la colonie du Cap. La mine Wesselton ou Premier est à cheval sur la frontière, tandis que la Jagersfontein est située dans l'État d'Orange (fig. 1).

Avant 1876, l'ensemble de ces territoires était enclavé dans la République d'Orange ; la Convention de Londres (juillet 1876) délimita la frontière actuelle.

Historique. — Il existe plusieurs légendes de la découverte première du diamant au Cap. D'après les recherches que nous avons entreprises à ce sujet, parmi les documents du temps, la version suivante se rapprocherait le plus exactement de la vérité.

En mars 1867, un chasseur, M. O'Reilly, qui était l'hôte d'un fermier hollandais, Van Nickerk, remarqua entre les mains de la petite fille de ce dernier des petits cailloux avec lesquels elle jonglait et qui jetaient des reflets particuliers. Sans se douter de la valeur de ces « cailloux », O'Reilly offrit à son ami de lui en acheter un, en lui promettant la moitié du prix qu'il pourrait en retirer. Arrivé à Colesberg, il montra sa trouvaille qu'on prit d'abord pour du verre cassé ; quelques joailliers la considérèrent comme une topaze sans valeur. Sans se laisser décourager, il envoya sa pierre au Dr Atherstone, à Grahamstown qui, le premier, reconnut en elle un véritable diamant de 21 1/4 carats, d'une valeur de 12 500 francs. Son opinion fut confirmée par M. Herriette, consul de France à Capetown, qui engagea le gouverneur à exhiber ce diamant à l'Exposition universelle de 1867.

Le bruit de cette découverte se répandit comme une traînée de poudre dans l'Afrique du Sud, et de tous côtés affluèrent des prospecteurs. Mais, jusqu'en 1869, leurs recherches restèrent infructueuses, et ces mécomptes donnèrent lieu aux théories les plus absurdes, parmi lesquelles il convient de citer celle de M. J.-R. Gregory, un expert anglais, délégué spécialement au Cap, qui déclara que les quelques diamants qui avaient pu être trouvés dans le voisinage des deux fleuves, avaient dû être transportés là par des autruches venues de l'intérieur ; la conclusion de son rapport fut celle-ci : « Le caractère géologique de ce district, que je viens d'examiner avec un soin minutieux, me permet d'affirmer qu'il est impossible qu'on trouve jamais un seul diamant dans cette région. »

Malheureusement pour la réputation de cet expert, un naturel

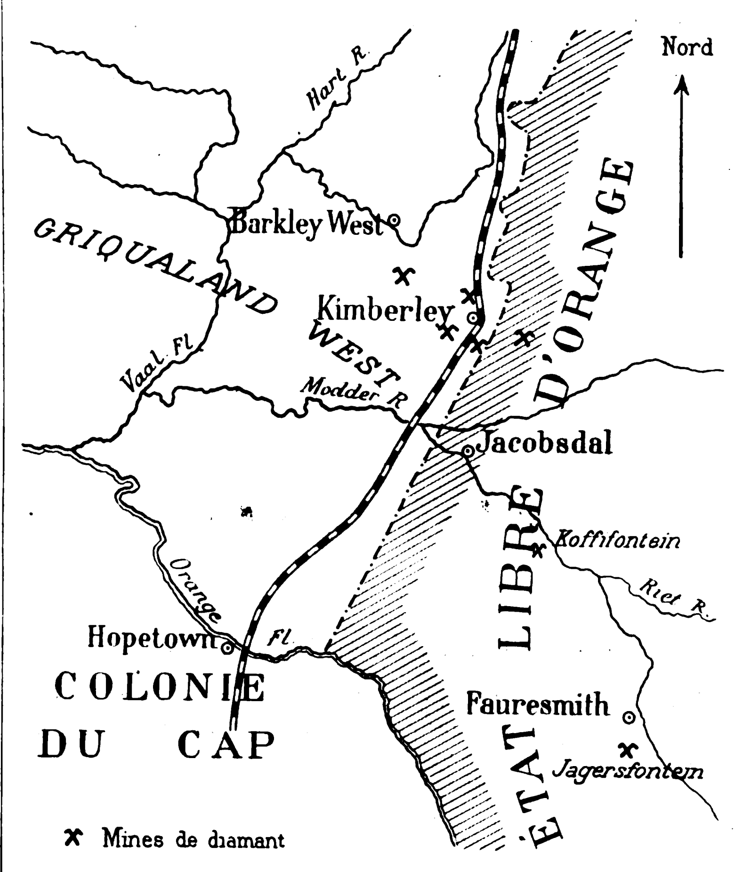



Fig. 1. — Emplacement du district diamantifère.

découvrit, quelques mois plus tard (mars 1869), la fameuse « Étoile du Sud » qui pesait non taillée 83 1/2 carats et qui fut vendue plus tard 625 000 francs.

En 1870, un fermier, Van Wyk, découvrit la mine Dutoitspan. En 1871, ce fut le tour des mines De Beers, Bultfontein, puis Kimberley et Jagersfontein.

L'ensemble de ces mines a produit, jusqu'en 1893, plus de 50 millions de carats (1).

Géologie. — Nous ne nous étendrons pas sur la description géologique de cette contrée, de nombreux travaux ayant été publiés sur ce sujet (2). Nous croyons cependant utile, pour donner plus de cohésion à notre étude, de résumer cette question en quelques lignes.

La roche diamantifère se présente sous forme de cheminées plus ou moins verticales, de sections elliptiques, dont les diamètres varient de 80 à 700 mètres. Les roches encaissantes sont absolument stériles, que ce soient des dépôts sédimentaires ou des roches primitives.

La figure 2 représente une coupe verticale suivant le petit diamètre de la mine Kimberley. Au-dessous des débris formant couche de terres végétales rouges de 0m 30 à 1m 50 d'épaisseur, on rencontre

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XI, n° 23, p. 382

(1) Le carat est une unité de poids qui correspond à 205 milligrammes.

(2) *Le Diamant*, par M. E. Boutan (*Encyclopédie Chimique de Frémy*). Dunod, Paris, 1886. — *Diamonds and Gold in South Africa*, par Théodore Reunert, 1893. — *Die Diamantengewinnung in Süd-Africa*, par J. Treptow (*Süd-Afrikanische Wochenschrift*), 1899, 1900. Berlin. — *Génie Civil*, t. IX, n° 21, p. 325 et t. XIV, n° 13, p. 196.

parfois (Bultfontein et Wesselton) un dépôt de calcaires tufacés ; par contre, dans la De Beers et la Kimberley, les débris reposent directement sur des roches basaltiques décomposées, dont la hauteur varie de 5 à 25 mètres. Puis viennent les couches d'argiles caractéristiques de ce district. Ces argiles, presque jaunes au contact du basalte, deviennent brunes sur une épaisseur de 10 à 15 mètres, puis tournent au noir. Elles renferment des pyrites de fer et du carbone et ont subi par endroits des combustions spontanées avec dégagement de gaz sulfuré, dont l'odeur peut encore se percevoir sur de grandes étendues. Succédant à un petit lit de conglomérats vient une épaisseur de 120 mètres environ d'une roche dure (mélaphyre), de couleur gris olive, renfermant des nodules d'agate et de quartz (diabase olivine), puis une égale épaisseur de quartzite.

A 360 mètres de profondeur apparaissent des ardoises métamorphiques avec des stratifications de grès.

Les colonnes diamantifères sont, sans doute, d'anciens cratères remplis de lave à une époque où les terres étaient encore submergées ; on trouve en effet dans ces cheminées des fragments de toutes les roches encaissantes que nous avons énumérées, ainsi que du granit et du gneiss dont les puits n'ont pas encore révélé l'existence, mais qui doivent exister en profondeur. La roche diamantifère elle-même a été soumise à de nombreuses analyses et a donné lieu à autant de théories quant à la formation des diamants. Les uns les considèrent comme contemporains de l'éruption des laves, les autres comme antérieurs ; cette dernière hypothèse semble la plus probable. Quoi qu'il en soit, cette roche diamantifère renferme, outre la pierre précieuse, des pyrites de fer, du pyroxène, du mica, des grenats, de la calcite, de l'ilménite et de la magnétite ; c'est en somme une véritable brèche de texture savonneuse, qui présente une teinte gris-bleu *(blue ground)* altérée en jaune *(yellow ground)* près

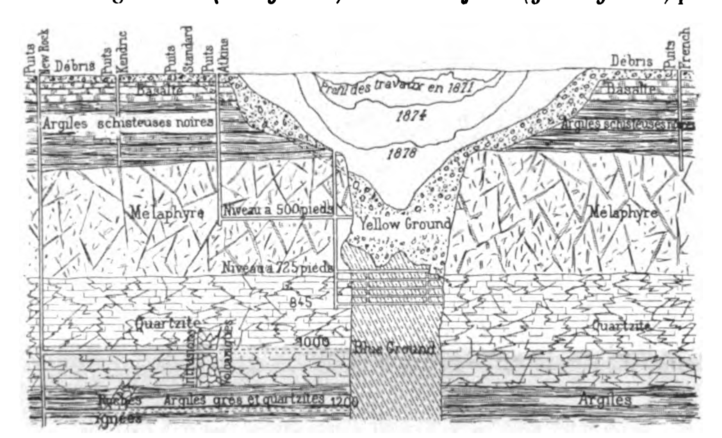



Fig. 2. — Coupe géologique de la mine Kimberley.

de la surface où elle est bien plus friable. Cette différence de teinte et de structure est due uniquement à l'action atmosphérique, bien qu'au début de l'exploitation de ces mines le *yellow ground* seul semblât avoir une valeur aux yeux des mineurs.

Les diamants se rencontrent dans le blue ground ou le yellow ground proprement dit et jamais dans les fragments arrachés aux roches encaissantes ; la roche, au voisinage d'une de ces pierres, est également cristallisée. Ainsi que le décrit très clairement M. Treptow (1), le *blue ground* est des plus hétérogènes, d'où les variétés de diamants qu'on retire d'une même mine : à Kimberley seul, on en a compté plus de quinze.

Méthodes d'exploitation. — L'exploitation, au début, se faisait par carrières à ciel ouvert (2) et au prix de grandes difficultés : manque d'eau et d'approvisionnements (le chemin de fer n'existait pas) et surtout manque de capitaux.

Chaque mine était subdivisée en lots de 90 mètres carrés environ, qui coûtèrent au début 8 à 10 francs ; on ne pouvait posséder plus de deux de ces lots.

Plus tard, ils ne furent cédés que moyennant une rente mensuelle, car le prix de vente s'éleva rapidement à 1 000 francs, puis en 1879 à 150 000 francs, pour atteindre, en 1890, le chiffre de 250 000 à 300 000 francs.

La mine Dutoitspan fut ainsi divisée en 1 430 lots, Bultfontein en 886 lots, De Beers en 600 et Kimberley en 1 500. Quand on pense que le propriétaire d'un de ces lots subdivisait souvent son terrain en 4 ou 8 ou même 16 divisions, et que chacune d'elles était exploitée par un homme muni seulement du pic, de la pelle et d'un sac, on peut se faire une image de l'aspect que présentait alors une de ces mines dans son ensemble. C'était une véritable fourmilière (3).

A mesure que les travaux avançaient en profondeur, l'approche des chantiers isolés devenait de plus en plus difficile, mais était rendue praticable pendant quelque temps par des sentiers qu'on ménageait entre deux lots et qui, avec l'approfondissement des travaux, ressemblèrent à des murs de séparation. On conçoit facilement que ces murs naturels ne purent résister longtemps aux intempéries et aux éboulements, d'autant plus que, sans souci de son voisin, chaque mineur tâchait d'exploiter son lot le plus rapidement possible, et entamait quelquefois, sans scrupules, le mur mitoyen. Vers le milieu de 1872,

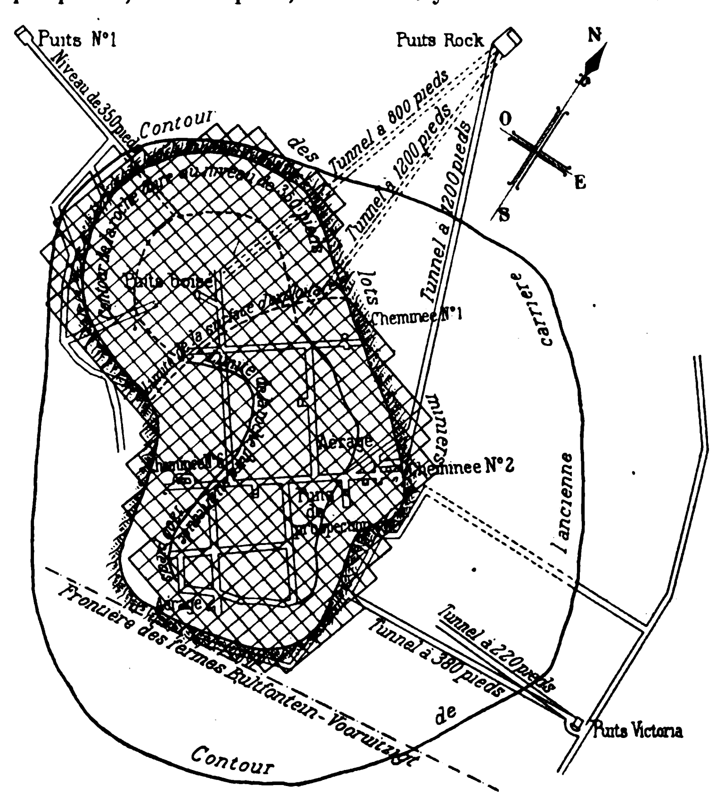



Fig. 3. — Plan de la mine De Beers au niveau de 1 200 pieds.

les éboulements devinrent si nombreux que la méthode d'exploitation si pittoresque à ciel ouvert, qui occupait 10 000 à 12 000 mineurs, fut peu à peu abandonnée et, en peu de temps, l'emplacement d'une mine ne ressembla plus qu'à un amas de ruines. Un grand nombre de mineurs vendirent leurs lots, pensant que l'exploitation ne pourrait jamais être reprise. D'autres continuèrent encore leur travail en faisant usage, pour l'extraction, de câbles inclinés dont le treuil, manœuvré par un Cafre, était fixé sur une vaste plate-forme élevée sur le pourtour extérieur des concessions. Tous ces câbles qui se croisaient

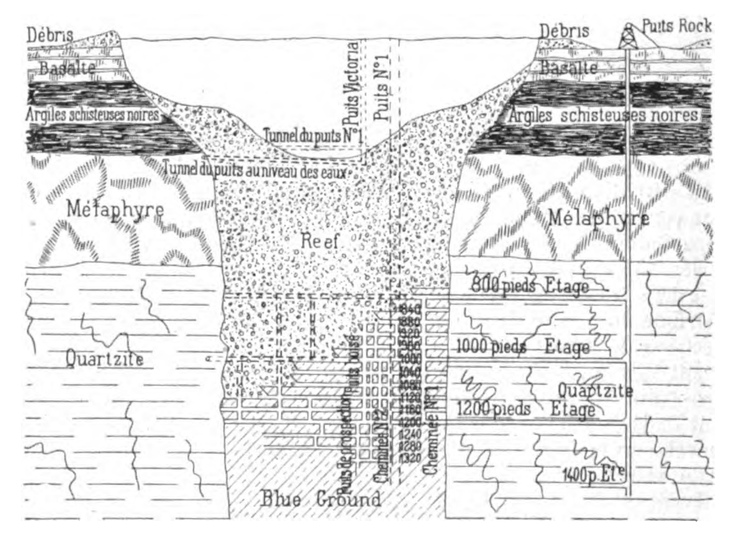



Fig. 4. — Coupe de la mine De Beers.

et s'entre-croisaient donnèrent à ce moment aux mines l'aspect de ruines couvertes de toiles d'araignées (1).

Ce n'est qu'en 1884 que commença l'exploitation rationnelle par puits. Mais, par suite de l'absence de direction technique, le premier puits, qui était incliné, fut foncé trop près des terres meubles, dans le *yellow ground* lui-même ; il ne tarda pas à s'ébouler et fut remplacé alors par une série d'autres puits creusés dans la roche encaissante et venant retrouver la colonne diamantifère par une série de travers-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XI, n° 23, p. 383.
(2) *Süd-Afrikanische Wochenschrift*, année 1899.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. IX, n° 20, fig. 1.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. IX, n° 21, fig. 4.

bancs. Nous avons représenté, figure 3 et figure 4, le plan et une coupe verticale de la mine De Beers. Le puits Rock *(Rockshaft)* est le puits principal qui sert à l'extraction du minerai de toute la portion Est du gîte. Le développement de la portion Ouest se fait par le puits nº 1. Du puits principal (Rockshaft) partent, tous les 200 pieds, des travers-bancs principaux. Un seul de ces tunnels, celui qui se trouve à hauteur des chantiers d'abatage (1 000 pieds actuellement), est en exploitation. Il se termine près du gîte par un puits de recherches foncé à 200 pieds et destiné à préparer les chantiers inférieurs. Plus tard, ce puits servira de communication entre les deux tunnels qu'il reliera. De 40 en 40 pieds, on attaque la masse diamantifère au moyen de galeries qui la découpent ainsi en tranches cylindriques horizontales de 40 pieds de hauteur ; chacune de ces tranches est parcourue par un réseau de galeries secondaires qui, dès qu'elles atteignent le contour de la colonne minéralisée, sont élargies en chambres de six mètres adossées à la roche encaissante. On commence alors à abattre le minerai au-dessus de soi pour faire écrouler le toit ; la plupart du temps l'éboulement se produit de lui-même, sinon on l'active par des coups de dynamite. Les éboulis renferment, outre le « blue ground » qui est le minerai utile, de la roche stérile qui est abandonnée sur place pour remplissage. Dès que tout le minerai a été extrait, on creuse une nouvelle chambre en arrière et ainsi de suite jusqu'à extraction complète de chaque tranche.

En général, il y a simultanément neuf de ces tranches en abatage, la tranche supérieure étant la plus avancée dans l'extraction et se trouvant en retrait par rapport à la tranche immédiatement sous-jacente de la longueur d'une chambre (6 mètres). La coupe de ces travaux a, par suite, l'aspect de gradins droits (fig. 4). Par contre, les chantiers en préparation donnent l'effet de gradins renversés. Suivant les besoins, les diverses galeries sont réunies par des galeries de montée ou des descenderies.

En moyenne l'exploitation de chacune de ces tranches dure de 4 à 5 ans [1], et environ tous les trois ans, l'abatage descend de cinq tranches, c'est-à-dire de la distance de deux travers-bancs principaux (200 pieds).

Pendant l'année 1898, on a extrait environ 2 millions de tonnes de « blue ground » avec une dépense de près de 250 tonnes de dynamite. La De Beers employait pour ce travail 3 750 Cafres et 347 blancs, ce qui représente par tête environ 400 tonnes de minerai extrait par an.

(1) Treptow, *Süd-Afrikanische Wochenschrift.*

*Procédés d'épuisement et d'aérage.* — Au-dessus des chantiers d'abatage se sont écroulées les roches latérales (fig. 4) comprenant la diabase et les argiles schisteuses, qui forment avec les eaux de surface une boue épaisse. En temps normal, cette boue resterait immobile, mais les excavations et les éboulements produits par l'exploitation souterraine la mettent parfois en mouvement. Il y a eu de ce chef, un certain nombre d'accidents très graves qui ont entraîné la destruction complète des chantiers. Pour en prévenir le retour, on a réussi avec succès, à Kimberley, à retenir les eaux atmosphériques en creusant une galerie d'écoulement à la partie supérieure des roches de mélaphyre. Si toutes les eaux ne sont pas entraînées dans cette galerie, la plus grande partie au moins ne vient pas s'accumuler dans les anciens travaux. Les eaux souterraines sont épuisées à l'aide de pompes de Cornouailles.

L'aérage des travaux se fait tout naturellement par puits et sans le secours de ventilateurs. Il sera cependant nécessaire de recourir à leur emploi à un moment donné, par suite de l'élévation de la température au fur et à mesure de l'approfondissement des travaux. On a constaté, en effet, au niveau de 1 840 pieds (550 mètres environ), une température de 24° centigrades dans les puits, de 38° dans les galeries, de 49° et même 60° dans les petites chambres d'éboulement. Ce sont là des températures peu supportables aux Cafres mêmes et que les ouvriers blancs ne peuvent affronter longtemps. Elles sont dues sans doute à la présence des argiles schisteuses dont nous avons parlé, riches en soufre et en carbone, et dans lesquelles on a souvent constaté des inflammations spontanées.

*Transport.* — Le transport dans la mine s'effectue à l'aide de petites bennes, qui sont remontées par les puits de recherches vers la galerie principale, où leur contenu est déversé dans des wagons spéciaux. Ces derniers sont amenés par chaînes sans fin jusqu'au puits principal. Là, ils se vident automatiquement dans deux trémies placées contre les deux parois latérales du puits et pouvant contenir chacune le chargement de six wagons. Ces trémies se déchargent elles-mêmes automatiquement dès que l'une des bennes du puits principal arrive au-dessous d'elles. Pendant ce temps, l'autre benne arrivée à la surface se vide, de sorte que le chargement et le déchargement s'effectuent simultanément. L'ascension des bennes dure trois quarts de minute, et la vitesse maxima est en moyenne de 27 mètres à la seconde, ce qui est, à notre connaissance, la plus grande vitesse atteinte pour les machines d'extraction.

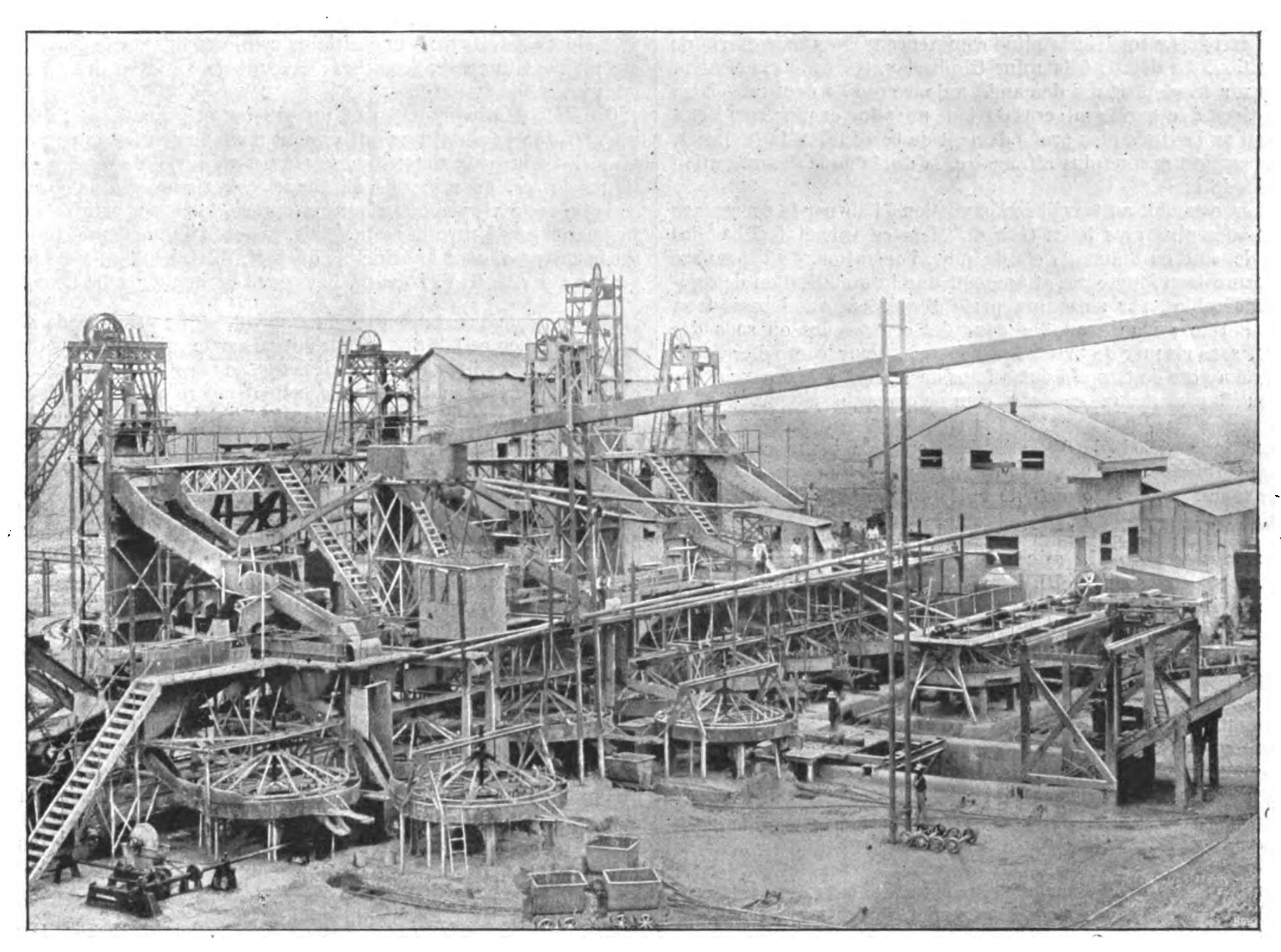


Fig. 5. — Ateliers de lavage des diamants de la mine De Beers.

Dans la mine Kimberley, la benne remonte chaque fois six charges de $0^{m3}450$ environ *(load)* de la galerie de 1 840 pieds (561 mètres), et la durée totale de l'ascension est de 55 secondes, inclus l'arrêt pour le chargement et le déchargement, de sorte qu'en 11 minutes, 72 charges *(loads)* arrivent à la surface.

D'après M. Treptow, l'une des plus grandes vitesses d'extraction obtenues dans le puits Rock de la De Beers a été réalisée en novembre 1897 où, pendant le mois, il a été élevé 197 173 loads représentant 140 838 tonnes.

Nuit et jour la De Beers débite, en moyenne, sans interruption, 8 à 9 000 loads; la Kimberley, de 4 800 à 5 000, et la Wesselton plus de 10 000 loads.

*Désagrégation du minerai.* — Les bennes arrivées à la surface sont vidées dans des wagons à déchargement latéral *(side tipping waggons)*, qui amènent le minerai sur d'immenses champs *(floors)* où il est destiné à se désagréger sous l'effet des intempéries. Ces « *floors* » couvrent une superficie de 360 hectares environ dans la De Beers.

Le puits principal est relié par un tramway à câble sans fin à l'extrémité Sud du champ; des lignes secondaires servent au transport du minerai jusqu'à l'emplacement réservé à sa décharge.

Le minerai est alors étalé sur le *floor;* chaque charge couvre environ 2 mètres carrés. Le soleil et la pluie commencent alors leur œuvre de désagrégation. Au début, à la mine Kimberley, trois mois suffisaient pour obtenir le résultat qui demande aujourd'hui de neuf mois à un an; cela tient à ce que le minerai devient plus dur et plus compact à mesure qu'on l'extrait plus profondément de la mine. A la De Beers, où le minerai est encore plus réfractaire, la durée de la désagrégation est de 15 à 18 mois.

Autrefois, on aidait au travail de l'oxydation à l'air par le concassage à la main des plus gros blocs (*lumps*). Mais ce travail facilitait les chances de vols de diamants et, de plus, l'opération de l'épandage durait encore trop longtemps et amenait une immobilisation de capitaux considérables, par suite une perte d'intérêts. Aussi passe-t-on actuellement le « blue ground » dans des concasseurs ou sous des cylindres, sans risquer de briser les diamants. Pour compléter l'effet naturel, on arrose de temps à autre le minerai, on y fait passer des herses ou des rouleaux cannelés comme pour le labourage d'un champ.

Au bout de la période de désagrégation, on trie les morceaux les plus durs *(hard blue)*, qui vont aux concasseurs, et les morceaux entièrement oxydés, qui sont soumis de suite au traitement d'extraction des diamants.

*Lavage du minerai.* — Le minerai venant du *floor* est amené dans des trommels débourbeurs qui, percés de trous de 3 centimètres de diamètre environ, retiennent les gros morceaux, tandis que le menu *soft blue* est dirigé vers les cuves de lavage *(pans)*.

Ces *pans* ont un diamètre de $4^m 20$ et $0^m 45$ de hauteur, elles sont à double paroi, la paroi interne n'ayant que $0^m 25$ de hauteur. Un arbre vertical, actionné par roues dentées, est flanqué de dix bras horizontaux, portant chacun six à sept dents disposées en spirales, et a pour effet de repousser les parties les plus lourdes, dont le diamant, vers la circonférence, entre les deux parois. Les particules légères sont entraînées par le courant d'eau dans un orifice central, et étaient autrefois soumises à un second lavage dans un deuxième jeu de pans *(safety pans)* qui retenait les diamants qui auraient pu s'échapper de la première cuvée.

Aujourd'hui l'on a reconnu que cette deuxième opération était inutile, et les eaux de lavage passent simplement sur un filtre à schlamms où se déposent les *tailings*. Ces derniers ne renferment plus de diamants et sont rejetés comme stériles sur des tas de dépôts. Les eaux ainsi filtrées rentrent dans les opérations de lavage.

Les parties lourdes qui s'accumulent à la périphérie des pans et qui constituent les concentrés ne représentent que 1 à 10 °/₀ environ du minerai total traité.

Chaque pan lave journellement de 300 à 400 loads et, à la De Beers seulement, trente de ces cuves sont en travail continu jour et nuit. Toutes les 24 heures on retire les concentrés, qui sont expédiés en wagons plombés à l'atelier de traitement proprement dit.

La figure 5, que nous empruntons à la *Süd-Afrikanische Wochenschrift*, donne une idée de l'importance des usines de la De Beers et montre, au premier plan, les cuves ou pans que nous venons de décrire.

*Broyage du hard blue.* — Nous avons dit que le minerai venant des *floors* était séparé en *hard blue* (minerai non encore désagrégé) et *soft blue* (minerai désagrégé); nous avons laissé le *hard blue* dans les trommels.

Ce minerai passe dans un jeu de concasseurs et de broyeurs disposé de façon à éviter le plus possible de casser les diamants.

L'atelier construit à cet effet, en 1893, à la De Beers, comporte d'abord des concasseurs *(comet crushers)* qui réduisent les morceaux à un diamètre de 4 ou 5 centimètres. Ils passent alors sur des tables de triage rotatives, où des Cafres trient rapidement à la main les morceaux où apparait une facette de diamant. Puis le minerai tombe entre une paire de cylindres, qui le réduisent en fragments de 2 centimètres environ qui, après un nouveau triage à la main, sont soumis à de nouveaux broyages entre des cylindres avec classification et triages mécaniques par cribles à secousses.

Ces cribles se composent de cuves pleines d'eau avec un faux fond percé de trous. Sur ce faux fond se trouve une couche de petites balles de plomb *(bullets)* plus grosses que les trous du crible. Les particules lourdes *(heavy deposit)* renfermant les diamants traversent le lit de *bullets* et passent par les trous du crible à chaque mouvement alternatif imprimé à l'eau par un piston situé au-dessous du faux fond. Les particules plus légères *(light stuff)* restent à la partie supérieure de la cuve et sont entraînées par le courant d'eau.

L'atelier de la De Beers comprend 162 de ces cribles mus par une machine à vapeur de 1 200 chevaux.

Le *heavy deposit* va alors retrouver, dans des wagons plombés, les concentrés pour le traitement ultérieur (fig. 6).

*Classification du minerai.* — Les wagons plombés sont élevés au-dessus d'un premier trommel *(pulsator)* où ils déversent leur contenu; ce *pulsator* est percé de trous de $1^{mm} 5$ qui ne laissent passer que la boue stérile; cette boue va retrouver les dépôts de tailings. Les graviers sont alors conduits dans une série de cylindres tournants *(drum sieves)* qui les classent en six grosseurs; chacune de ces grosseurs est traitée dans un crible à secousses.

On obtient ainsi finalement un gravier qui représente, selon les uns, $^1/_{100}$ de la portion primitivement lavée; selon les autres, $^1/_{500}$ à $^1/_{800}$. Ces nouveaux concentrés se composent surtout d'oxydes magnétiques de fer, de minerais de titane et de zirconium, de grenats et d'augite verte. Il y a peu d'années encore, le tri des diamants de ces fragments se faisait à la main. Mais, depuis 1896, on emploie la méthode suivante, dont le principe, dû à M. F. B. Kirsten, a été mis en pratique par M. G. F. Labram, Ingénieur en chef de la De Beers.

*Triage mécanique et nettoyage du diamant.* — Le principe de l'appareil consiste en ce fait que si l'on fait passer le minerai diamantifère, réduit en fragments suffisamment petits, sur des plaques inclinées recouvertes d'une couche de graisse, cette dernière retient les diamants, tandis que les autres substances minérales roulent sur cette couche sans s'y attacher.

L'appareil lui-même se compose de cinq tables inclinées, disposées en gradins et enduites d'une couche de suif. Le minerai, fortement additionné d'eau, arrive sur la table supérieure, s'écoule de gradin en gradin et laisse le diamant sur les plaques. Ces dernières sont animées d'un mouvement de va-et-vient et sont munies de rigoles diagonales destinées à retenir la graisse. De temps en temps on procède au nettoyage des tables et la matière graisseuse, disposée dans des récipients dont le fond est un tamis fin, est chauffée au bain-marie. Le suif fondu s'écoule, laissant les pierres précieuses dans le récipient. Ce procédé économise non seulement en partie la main-d'œuvre, mais, dans un avenir plus ou moins prochain, la supprimera presque totalement. On voit, en somme, que l'appareil est basé sur un principe de capillarité.

Les diamants encore gras sont alors amenés à l'atelier de nettoyage et sont bouillis dans de l'eau acidulée d'acide sulfurique, et pour ceux qui proviennent de la mine Wesselton, dans de l'acide fluorhydrique étendu. Ils se trouvent ainsi complètement débarrassés de la gangue et sont alors classés suivant leur grosseur et leur coloration dans des petits sacs et expédiés ainsi dans les bureaux des syndicats des diamants.

*Main-d'œuvre.* — La main-d'œuvre comprend, pour tous les travaux grossiers, pénibles ou difficiles, presque exclusivement des Cafres ou d'autres naturels. Les ouvriers blancs sont employés comme surveillants ou, dans les ateliers, comme machinistes et mécaniciens.

Afin d'éviter les vols, on parque aujourd'hui tous ces nègres dans des casernes *(compounds)*, ce qui a, en outre, l'avantage de leur faire respecter les règles les plus élémentaires de l'hygiène et de rendre aux blancs la vie supportable dans les environs immédiats des mines. De vastes cantines, véritables bazars, procurent aux nègres tout ce dont ils peuvent avoir besoin, à un prix très modique, mais l'alcool y est complètement banni. Les *compounds* sont divisés en quartiers, dont chacun possède son infirmerie et son hôpital gratuit. Le *West End*, qui est le *compound* de la De Beers, couvre un peu plus de 1 hectare et demi et abrite 3 750 âmes.

Le salaire journalier des Cafres varie de 4 à 5 shillings pour les travaux sous terre, et de $2^{sh} 6^d$ à $3^{sh} 6^d$ pour les travaux de surface. On peut dire, en général, qu'ils constituent de très bons ouvriers, robustes et adroits, faciles à manier, bien qu'ils n'aient aucune connaissance de leur métier avant leur arrivée à la mine où, d'ailleurs, ils ne séjournent pas longtemps.

En dehors des Cafres, la De Beers occupe un millier de convicts qui sont employés plus spécialement sur les *floors* et payés 1 schelling par jour.

Les ouvriers blancs reçoivent de 10 à 13 sh. $^1/_2$ par jour à la surface, et de 16 sh. $^1/_2$ à 20 shillings dans la mine proprement dite. Des

# EXPOSITION DE 1900
## SERVICE DES EAUX _ USINE ÉLÉVATOIRE WORTHINGTON

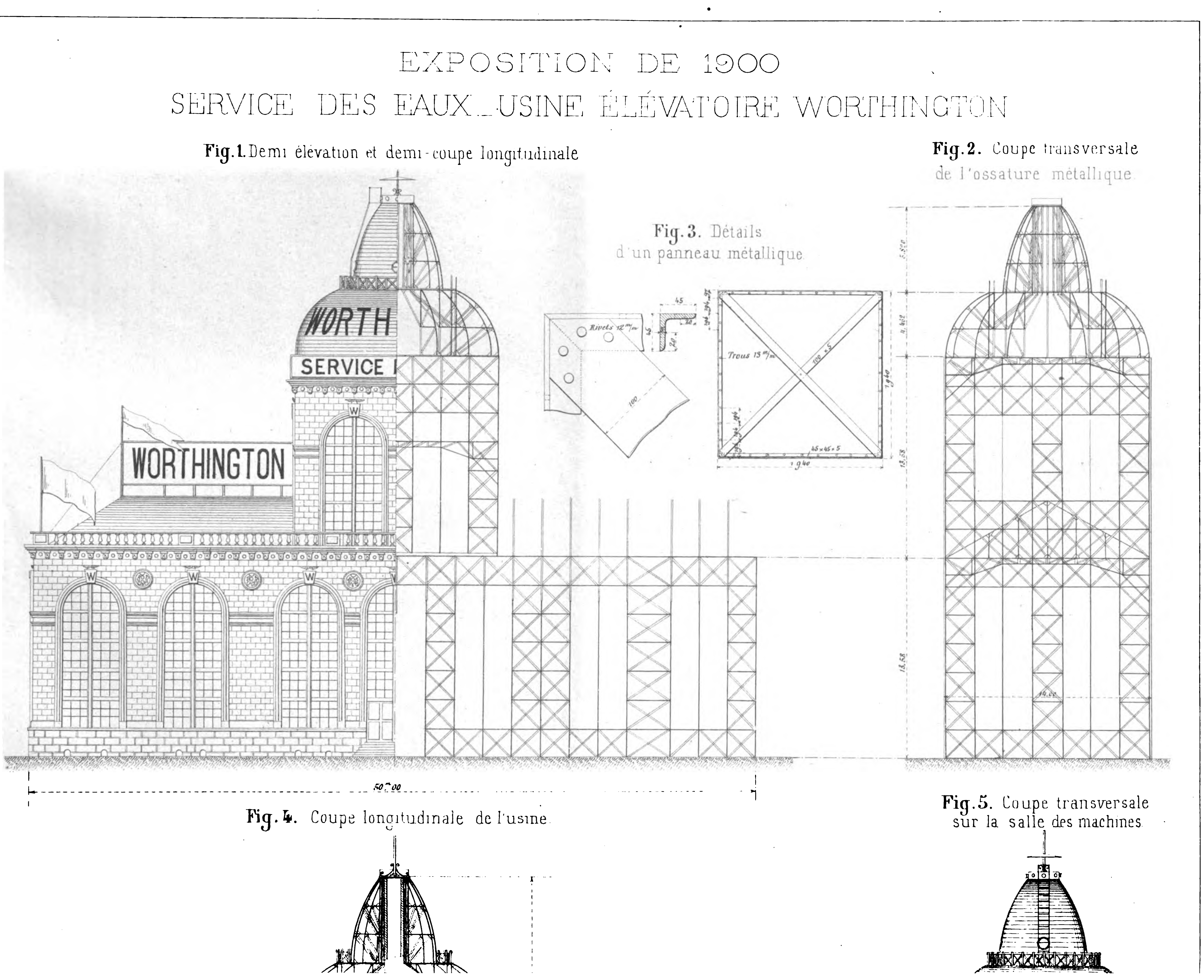


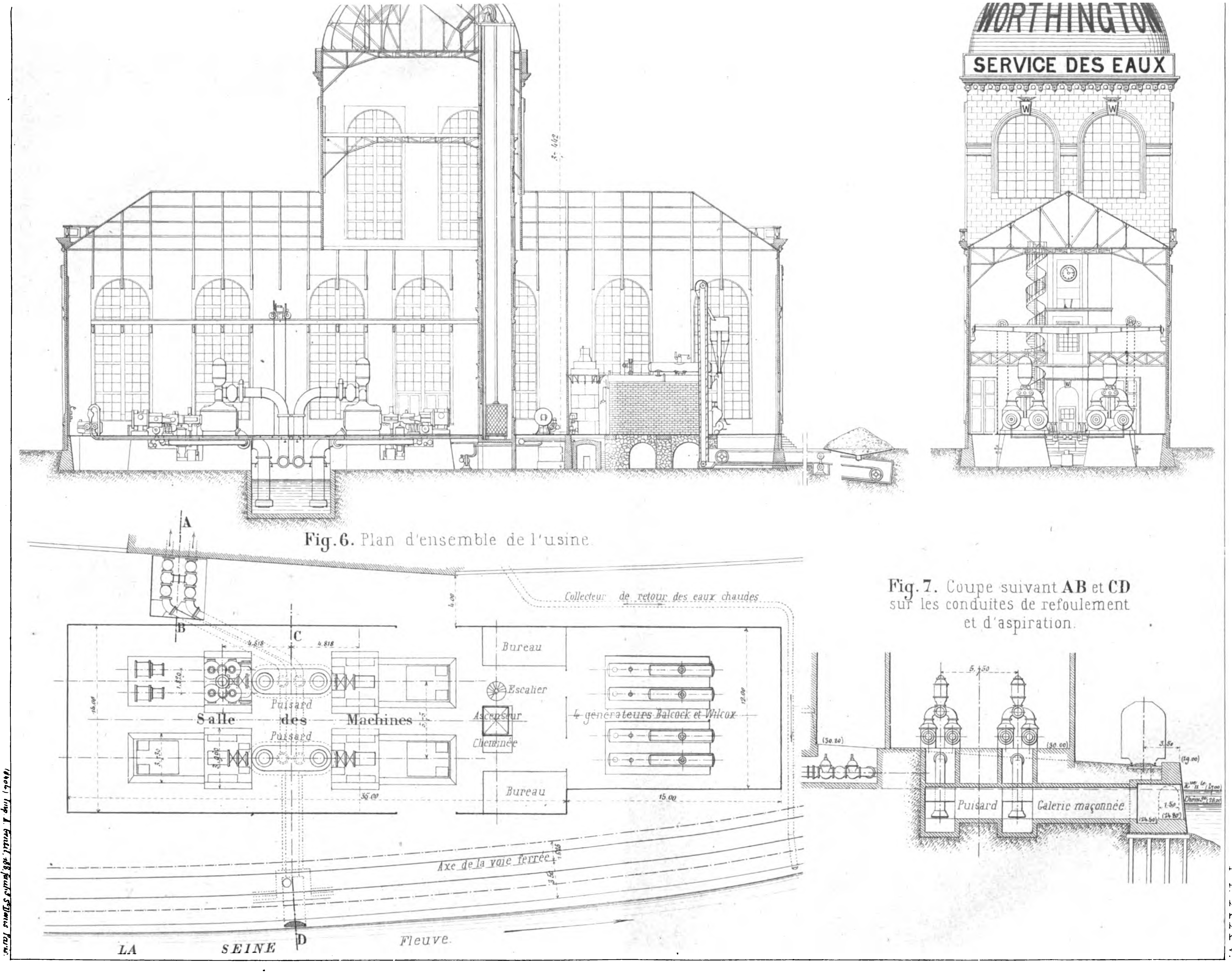

**Fig. 1.** Demi élévation et demi-coupe longitudinale

**Fig. 2.** Coupe transversale de l'ossature métallique

**Fig. 3.** Détails d'un panneau métallique

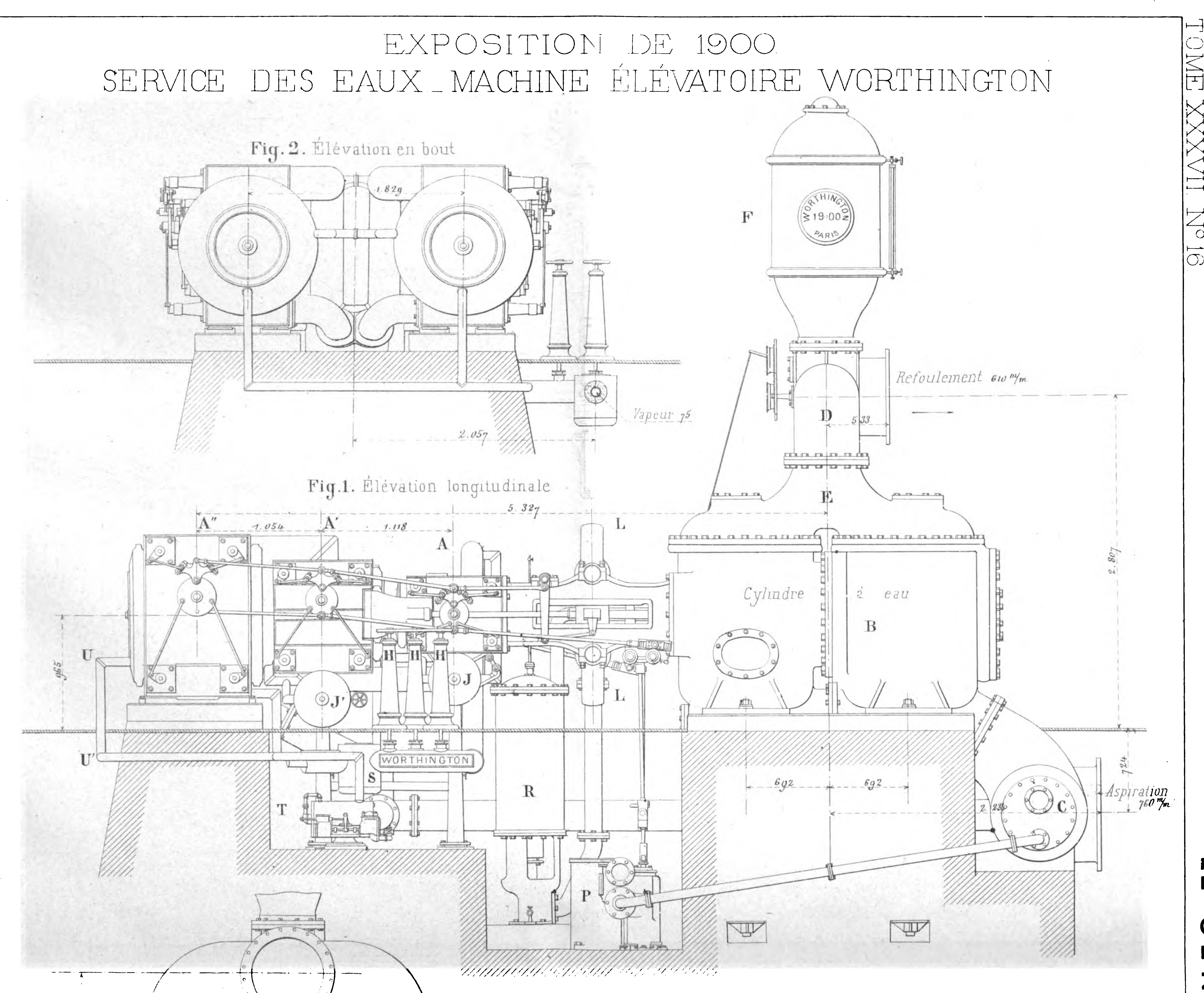
**Fig. 4.** Coupe longitudinale de l'usine

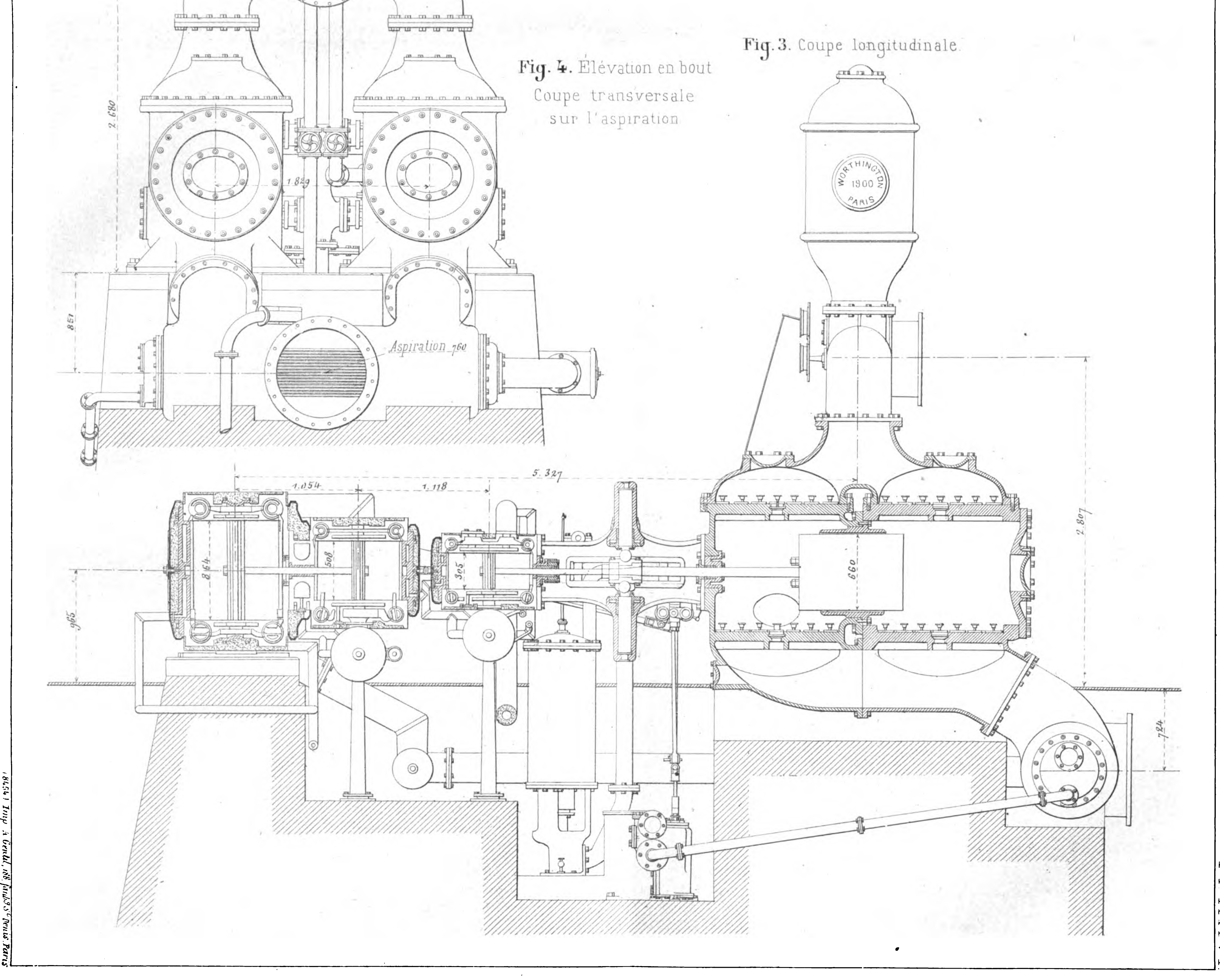
**Fig. 5.** Coupe transversale sur la salle des machines




Imp. A. Gratiel, 188, faub.g St Denis Paris.

# EXPOSITION DE 1900
## SERVICE DES EAUX _ MACHINE ÉLÉVATOIRE WORTHINGTON






(8454) Imp. A. Gentil, 188, faub. S^t Denis. Paris

contrats spéciaux passés avec la Compagnie leur assurent, en outre, un bénéfice supplémentaire proportionné aux profits de la Compagnie.

La De Beers a élevé sur la ferme Kenilworth des habitations très coquettes pour ses blancs, auxquels elle les loue pour un prix des plus modérés et où ils jouissent d'un air très pur qui contraste vivement avec l'atmosphère lourde et fumeuse de la mine et des usines.

En tout, la De Beers occupe 10 340 noirs et 1 860 Européens. Cette armée d'ouvriers traite annuellement 2 millions de tonnes de minerai, qui se réduit finalement en une demi-tonne de diamants d'une valeur de 100 millions de francs en moyenne.

*Rendement moyen du minerai.* — Le tableau suivant établit pour la De Beers la production de diamants depuis sa fondation. Elle comprend le rendement des mines De Beers et Kimberley jusqu'au 30 juin 1896; à partir de cette date, le produit de la mine Wesselton entre également en ligne de compte.

*Production des diamants à la mine De Beers.*

| PÉRIODES | NOMBRE de LOADS de minerai extrait | CARATS PRODUITS | RENDEMENT en CARATS par load lavé | VALEUR TOTALE des diamants extraits en francs | FRAIS d'exploitation par load en francs |
|---|---|---|---|---|---|
| Avant le 31 mars 1889. | 944 706 | 914 121 | 1,28 | 11 910 000 | 12 » |
| Exercice annuel finissant le : 31 mars 1890. . | 2 192 226 | 1 450 605 | 1,15 | 39 420 000 | 11 » |
| 31 mars 1891. . | 1 978 153 | 2 020 515 | 0,99 | 38 130 000 | 10,80 |
| 30 juin 1892. . . | 3 338 553 | 3 035 481 | 0,92 | 40 620 000 | 9,90 |
| 30 juin 1893. . . | 3 090 183 | 2 229 805 | 1,05 | 65 160 000 | 8,50 |
| 30 juin 1894. . . | 2 099 431 | 2 308 463 | 0,89 | 75 710 000 | 8 » |
| 30 juin 1895. . . | 2 525 717 | 2 435 541 | 0,85 | 67 500 000 | 8,40 |
| 30 juin 1896. . . | 2 698 109 | 2 363 438 | 0,91 | 70 000 000 | 9 » |
| 30 juin 1897. . . | 2 787 666 | 2 769 423 | 0,92 | 64 400 000 | 9,90 |
| 30 juin 1898. . . | 4 479 672 | 2 792 606 | 0,72 | 77 600 000 | 7 » |

Les bénéfices résultant de cette exploitation ont permis de rembourser en dividendes, jusqu'en 1899, trois fois le capital de la Compagnie.

Le tableau ci-dessus montre que la teneur du minerai a subi, durant ces dernières années, la légère diminution que nous avons signalée, et qui est contre-balancée en partie par un triage plus soigné à la mine. Le rendement du dernier exercice, de 0,72 carat par load, est dû à l'adjonction de la mine Wesselton, qui est plus pauvre que les De Beers et Kimberley.

En moyenne, la teneur ressort à 0,90 carat par load, c'est-à-dire à 184 milligrammes pour 0m³ 450 de minerai, ou environ 400 milligrammes par mètre cube.

Qualités du diamant du Cap. — La grosseur et la qualité des diamants du Cap sont très variables. Le plus gros qui ait été trouvé jusqu'à ce jour présentait, à l'état brut, la forme d'un octaèdre presque régulier, de 47 millimètres et demi de longueur d'axe et d'un poids de 428 carats et demi; taillé il pesait encore 228 carats et demi. Des pierres de 100 carats et au-dessus ne sont pas rares, et se rencontrent plus souvent qu'aux Indes, alors qu'au Brésil on n'en a presque jamais trouvé.

En 1893, la Jagersfontein a produit un diamant de 969 carats et demi, mesurant 63 millimètres de long, 38 à 50 millimètres de large et 22 à 32 millimètres d'épaisseur. L'*Excelsior*, ainsi qu'il fut baptisé, est encore aujourd'hui le plus grand diamant blanc connu. D'après Bauer, il vaudrait de 10 à 25 millions de francs. C'est un diamant noir du Brésil qui détient toujours le record du poids : 3 000 carats, mais il n'est évalué qu'à 200 000 francs.

Fig. 6. — Ateliers de classification et triage mécaniques des concentrés.

La couleur des pierres joue un grand rôle dans leur prix. La plus recherchée est le blanc légèrement bleuté, qui est précisément la plus rare au Cap; la plupart ont, en effet, une teinte plus ou moins sombre, mais tirant le plus souvent sur le jaune. Quelquefois un œil inexpérimenté ne distingue aucune couleur; on désigne alors la teinte sous le nom de blanc du Cap. Si le ton est bien défini, soit en bleu, soit en rouge, le diamant peut atteindre une grande valeur [1].

La taille fait perdre aux diamants la moitié ou parfois les deux tiers de leur poids, car ces pierres présentent souvent une partie non cristallisée, appelée *bort*, qui est rejetée dans les tailleries. Par extension, on désigne sous le nom de *borts* tous les diamants du Cap qui, pour une raison quelconque, ne peuvent être utilisés par la bijouterie.

Avenir des mines de diamants du Cap. — De l'étude qui précède, il est intéressant de tirer quelques conclusions quant à l'avenir des mines. Nous avons constaté, en premier lieu, que le minerai devenait de plus en plus compact et dur en profondeur, ce qui nécessitera des frais plus élevés d'abatage et un séjour plus long sur les *floors*.

D'autre part, le rendement en diamants par tonne diminue également en profondeur. Ce dernier point peut être contre-balancé en partie par un triage plus soigné à la mine.

De la figure 2, il ressort également que les colonnes de minerai se contractent, rendant ainsi possible l'hypothèse d'une limite d'exploitation en profondeur.

Ces facteurs réunis tendront donc à une augmentation des frais d'extraction qu'il faudra contre-balancer par de nouveaux perfectionnements dans les machines et les procédés mécaniques, et par une production annuelle de plus en plus considérable.

F. Schiff,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

---

## FONÇAGE ET MURAILLEMENT SIMULTANÉS D'UN PUITS
### aux mines de la Bouble.

Dans le fonçage d'un puits exigeant un revêtement en maçonnerie, on procède généralement par reprises successives plus ou moins importantes, qui sont muraillées après arrêt du fonçage. Ce procédé est lent et donne lieu à de grandes pertes de temps : l'installation et l'enlèvement des plafonds nécessaires à la confection du revêtement et à l'épuisement de l'eau qui a pu s'accumuler pendant l'arrêt du fonçage demandent, en effet, un temps au moins égal au tiers de la durée totale du fonçage. De plus, l'organisation des chantiers y est difficile puisque, pendant les périodes de muraillement, il faut trouver un grand nombre de maçons qui n'ont pas leur emploi pendant celles du fonçage, et il en est de même pour les mineurs, lesquels ne peuvent guère être bien utilisés pendant les périodes de muraillement.

Le travail simultané du fonçage et du muraillement devait donc forcément être organisé dès que des circonstances particulières demanderaient le forage rapide d'un puits. Depuis quelques années, déjà, des essais dans ce sens ont été tentés en Allemagne.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. IX, n° 20, p. 309.

M. Matheron a récemment décrit, dans une réunion de la Société de l'Industrie minérale (1), un procédé de ce genre qu'il a employé avec succès dans le forage d'un puits, aux mines de la Bouble et dont il nous semble intéressant de donner le principe.

Le procédé employé aux mines de la Bouble consiste à entretenir en activité deux chantiers, celui du fonçage qui marche sans interruption et, au-dessus, le chantier du muraillement dans lequel le travail n'est pas forcément continu.

Le puits foncé et muraillé jusqu'en R (fig. 1) où est établie une roulisse que nous décrirons plus loin, on reprend le fonçage au-dessous de R et on le conduit à une distance dépendant de la nature du terrain mais qui, dans le cas actuel, a été fixée à 30 mètres au maximum. A ce moment une nouvelle roulisse $R_1$ est installée, puis le fonçage est continué. Lorsqu'on est descendu à 10 mètres environ au-dessous de $R_1$, le plafond, servant aux ouvriers du muraillement, est descendu en $R_1$ et la maçonnerie de $R_1$ à R est exécutée tandis que le fonçage se poursuit. Lorsque les mineurs ont atteint $R_2$ à une distance de $R_1$ sensiblement égale à $RR_1$, une nouvelle roulisse est mise en place et ainsi de suite.

Dans la conduite de ce fonçage, on a fait en sorte que le muraillement arrivât en R lorsque le fonçage venait de dépasser $R_2$ ; on était ainsi prêt à descendre le plafond en $R_2$ et à commencer une deuxième reprise de muraillement lorsque le fonçage du puits parvenait à 10 mètres au-dessous de $R_2$.

que les autres, on interpose entre celle-ci et sa voisine un coin métallique qui permet, plus tard, l'enlèvement facile de la roulisse. Pour la mise en place de ces voussoirs, on a eu soin de préparer une assise bien horizontale et, au besoin, nivelée avec du ciment.

Chaque roulisse porte des crochets auxquels est suspendu le premier cadre du boisage provisoire, dont le diamètre intérieur est celui du puits après revêtement ; il est formé par quatre fers à I, cintrés et réunis entre eux par des éclisses et il pèse 16 kilogr. au mètre. Ce premier cadre en supporte un deuxième, également par des crochets, mais de diamètre un peu plus grand et ainsi de suite jusqu'à ce que soit atteint le diamètre extérieur du revêtement en maçonnerie, moins le garnissage. A ce moment les cadres provisoires se succèdent en conservant le diamètre obtenu. Le puits est garni entre ces cadres par des écoins fortement serrés contre le terrain.

L'aérage est assuré par un ventilateur Mortier, soufflant dans des tuyaux de 0m 40 de diamètre, fixés au revêtement en maçonnerie ; au-dessous de la partie muraillée, une manche en textile imperméable, munie de cercles pour qu'elle se maintienne toujours ouverte, conduit l'air aux mineurs, en traversant le plafond par une ouverture ménagée à cet effet.

*Installations extérieures.* — Chaque chantier est desservi par un treuil à vapeur, de 60 chevaux environ pour le fonçage et de 30 chevaux pour le muraillement. Ces treuils agissant en sens inverse de ceux

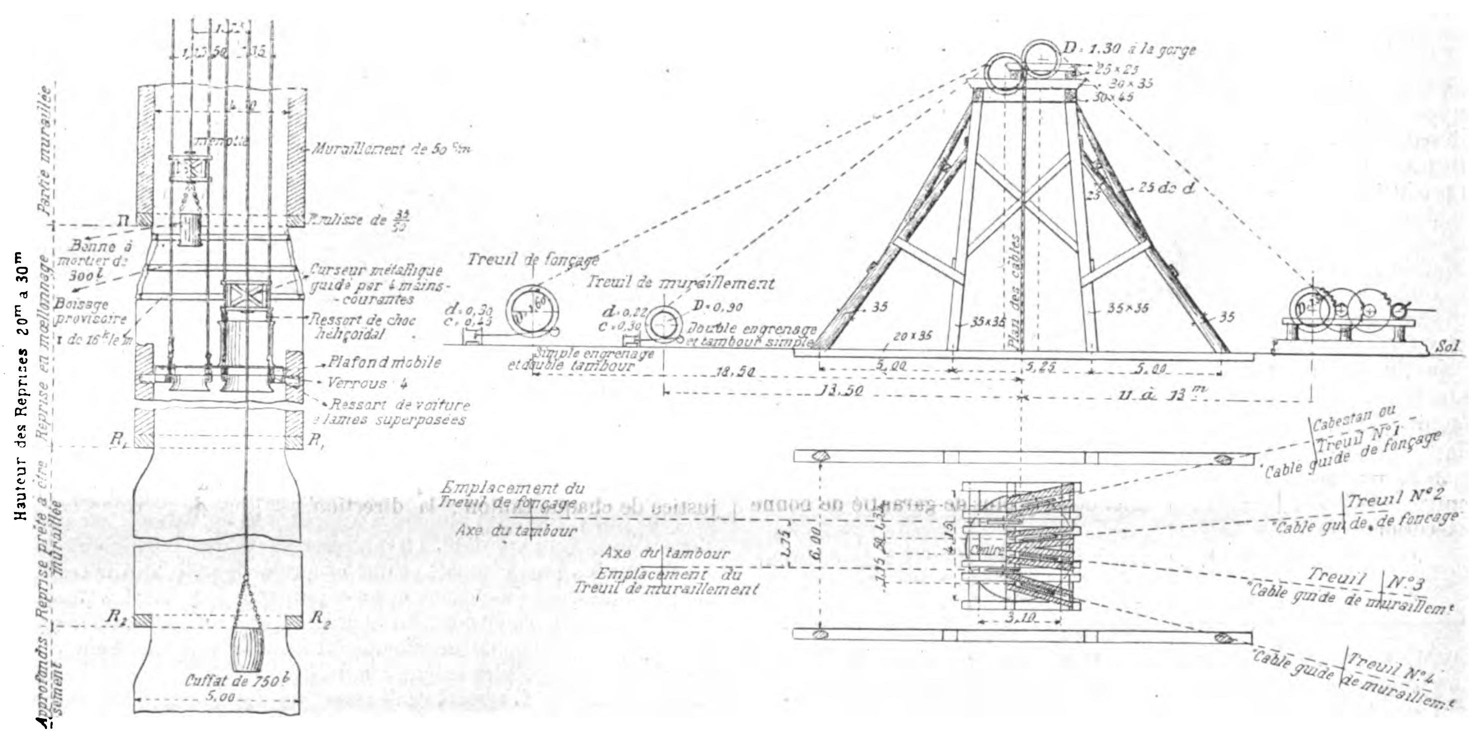



FIG. 1. — Schéma de la marche.

FIG. 2 et 3. — Élévation et plan du cadre supérieur et des échelettes.

FIG. 1, 2 et 3. — Fonçage et muraillement simultanés du puits n° 3 aux mines de la Bouble.

Dans les terrains un peu ébouleux, la longueur de la reprise est diminuée ; dans certains cas, il est possible de laisser inachevée une reprise en terrain solide pour murailler de suite une nouvelle reprise en terrains ébouleux.

*Plafond.* — Le plafond sur lequel les maçons travaillent est formé par une charpente métallique recouverte de tôle striée ; il est circulaire et son diamètre, pour un puits de 4 mètres, est de 3m 95. Quatre verrous de sécurité, placés en dessous et pouvant se manœuvrer du dessus du plafond, viennent se loger dans des évidements ménagés dans la maçonnerie.

Des câbles métalliques, au nombre de quatre, servent de guidage ; ils sont disposés suivant un même diamètre et supportent le plafond par l'intermédiaire de ressorts de voiture, placés perpendiculairement à leur direction. Deux orifices circulaires pratiqués dans ce plafond servent au passage des cuves ; ils sont munis à cet effet de garnitures en forme d'entonnoir évitant que les cuves s'accrochent au passage.

Les câbles-guides passent sur des poulies supportées par un chevalement (fig. 2 et 3) et vont s'enrouler sur les tambours de quatre treuils à engrenages, pouvant soulever chacun de 5 à 6 000 kilogr. Le plafond peut donc, à l'aide de ces appareils, monter et descendre à volonté dans le puits en construction.

*Roulisses et revêtement provisoire.* — Les roulisses sont constituées de 12 voussoirs en chêne de 0m 35 d'épaisseur et 0m 50 de largeur, ayant à l'intrados la forme du puits. Une des pièces étant un peu plus courte

(1) Réunion tenue à Montluçon le 29 avril 1900.

installés pour la manœuvre du plafond, le chevalement a dû être muni de quatre poussards (fig. 2 et 3).

La recette du jour est constamment ouverte, sauf au moment de la réception des cuves ; elle est divisée en deux parties par une cloison verticale de 1m 50. Chaque partie est encore clôturée par deux autres côtés, le quatrième se ferme par le plafond de la recette lorsqu'il est relevé (fig. 4 et 5).

La cuve arrivant au jour est élevée au-dessus du plafond et placée sur un chariot avec lequel elle est enlevée et qui est remplacé par un autre chariot portant la cuve à descendre ; celle-ci est accrochée au câble puis soulevée au-dessus de la recette, pour permettre de retirer le chariot vide, enfin elle est descendue dans le puits.

La descente des briques pour la maçonnerie se fait dans des cuves ordinaires ; celle du mortier ou du béton se fait dans des bétonnières à fond mobile.

Entre le jour et le plafond, les cuves sont accompagnées par un guidonneur ; du plafond au fond du puits la cuve de fonçage est libre, mais cette hauteur ne dépasse jamais 70 mètres.

Dans ce forage, le personnel employé en avril 1900, alors que les postes étaient au complet, a été de :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fonçage : | 8 au jour | 33 | 48 |
| — | 25 au fond | | |
| Muraillement : | 7 au jour | 15 | |
| — | 8 au fond | | |

Le fonçage se fait à la main, comme dans le procédé ordinaire ; et le tir des mines, à l'électricité, lorsque tout le personnel est au jour. La

grisoutine a été employée dans la traversée des couches ou schistes charbonneux.

La marche du fonçage a été caractérisée par une régularité frappante depuis le moment où l'installation a été définitive ; le percement avec les travaux d'avancement a pu être annoncé près d'un an d'avance et s'est effectué à l'époque prévue.

D'après M. Matheron, ce procédé présente sur le procédé ordinaire plusieurs avantages :

1° Il permet d'obtenir une vitesse de forage d'au moins 50 % supérieure à celle du procédé habituel ;

2° Il devient plus économique, car les ouvriers spéciaux sont mieux utilisés et la durée d'un fonçage étant moindre, les frais généraux ont une importance moins grande par mètre de puits ;

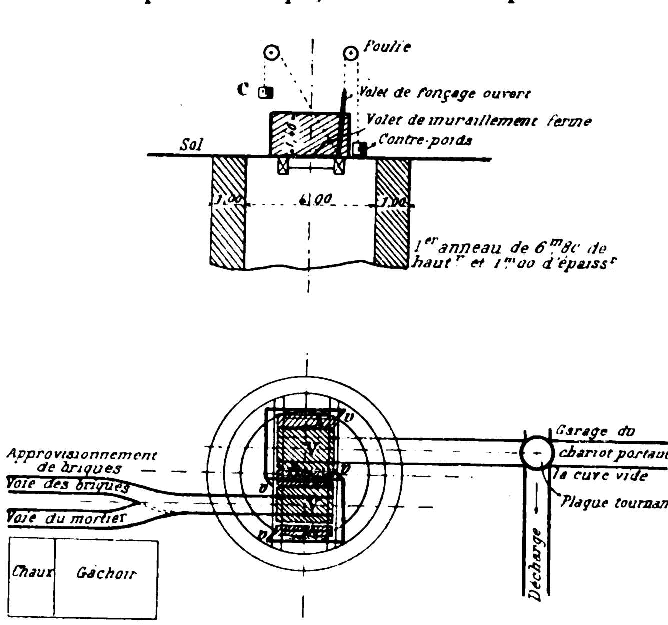



Fig. 4 et 5. — Élévation et plan de la recette du jour.

V volets principaux ; — A voletons latéraux ;
v volets verticaux fermant complètement quand les volets V sont ouverts.

3° La maçonnerie se faisant régulièrement, toujours par les mêmes ouvriers, est plus facile à surveiller et on a plus de garantie de bonne exécution.

Après quelques petits perfectionnements de détails (manœuvre du plafond par un seul câble, verrous de sécurité du plafond placés en dessus et supportant effectivement le plafond), M. Matheron ne doute pas qu'on puisse arriver à faire, avec cette méthode, 33 mètres de forage mensuel, soit 400 mètres par an, dans des terrains de dureté moyenne.

## CONGRÈS

### CONGRÈS DE SÉCURITÉ ET DE SURVEILLANCE en matière d'appareils à vapeur.

Un Congrès International de surveillance et de sécurité en matière d'appareils à vapeur s'est tenu à Paris, du 16 au 18 juillet.

Ce Congrès, qui a été réuni par l'initiative des Associations françaises de Propriétaires d'appareils à vapeur, a été présidé par M. Linder, Inspecteur général des Mines, et organisé par M. Compère, secrétaire général du Congrès, directeur de l'Association parisienne des Propriétaires d'appareils à vapeur. La plupart des Gouvernements étrangers s'y étaient fait représenter.

Tous les rapports sur les différentes questions portées à l'ordre du jour, avaient été imprimés et envoyés avant la réunion du Congrès, ce qui a permis aux congressistes de les discuter utilement.

Nous allons donner ici une analyse succincte de ces différents rapports.

I. — *Régimes divers de surveillance des appareils à vapeur*, par M. A. Olry, Ingénieur en chef des Mines.

L'ingérence de l'État, pour la surveillance des appareils à vapeur, varie beaucoup dans les différents pays, suivant la nature de leurs institutions. Dans la Grande-Bretagne, où règne le respect absolu de la liberté individuelle, l'usage des chaudières et récipients fonctionnant à terre n'est soumis à aucune réglementation, ni surveillance officielle ; il en est de même en Espagne, en Suède et en Norvège.

Par contre, en Allemagne, en Autriche-Hongrie, en Belgique, en Danemark, en France, en Italie, dans les Pays-Bas, le Portugal, la Russie, la Suisse, le contrôle de l'État s'étend sur tous les appareils à vapeur, dans un but de garantie pour la sécurité publique.

En ce qui concerne les chaudières à vapeur destinées aux navires, des sujétions de toute nature sont imposées aux constructeurs, notamment en Angleterre, sujétions parfois très onéreuses et qui se retrouvent en Suède et en Norvège ; dans les autres pays, les constructeurs sont astreints aussi à un contrôle assez rigoureux.

Les principaux points réglementés portent surtout sur : 1° la construction des chaudières et récipients ; 2° les épreuves avant la mise en service ; 3° les conditions de leur installation ou de leur emploi ; 4° les appareils de sûreté dont ils doivent être munis ; 5° les visites administratives.

M. Olry passe successivement en revue la façon dont s'exerce cette réglementation dans les principaux pays industriels. Il montre ainsi combien les régimes de surveillance des appareils à vapeur sont dissemblables dans les différents pays ; il estime que ces usages seront difficiles à modifier, car ils dépendent de l'éducation nationale et du tempérament des individus.

II. — *Du rôle des Associations de Propriétaires d'appareils à vapeur dans les différents pays*, par M. Walther-Meunier, Ingénieur des Arts et Manufactures.

L'intervention des Associations dans le contrôle administratif varie pour chaque nation ; en Allemagne, par exemple, la substitution du contrôle privé au contrôle administratif s'opère de la façon la plus accentuée.

En Alsace-Lorraine, les épreuves et visites faites par les agents de l'Association alsacienne des Propriétaires d'appareils à vapeur sont considérées comme officielles, au même titre que celles des Ingénieurs de l'État. Les obligations de l'Association consistent à communiquer tous les mois, à l'Ingénieur des Mines, les mutations survenues, et tous les ans, un relevé général des visites et un aperçu de leurs résultats.

En Autriche, la réglementation est à peu près la même qu'en Alsace-Lorraine.

En France, les membres des Associations sont soumis au contrôle des Ingénieurs de l'État, et le rôle de ces Sociétés est parfaitement défini par l'article 3 du décret du 30 avril 1880.

En Italie, il existe douze Associations pour les machines à vapeur, toutes réglementées par l'État. Toute opération commerciale leur est interdite. Les Ingénieurs employés par ces Sociétés doivent sortir des écoles de l'État.

En Suisse, le Gouvernement fédéral a conféré à l'Association de Zurich tous les pouvoirs, après traités conclus avec la police et la justice de chaque canton ; la direction est libre de recruter son personnel où il lui convient.

III. — *Concours des Associations pour épreuves hydrauliques des appareils à vapeur*, par M. Compère, Ingénieur des Arts et Manufactures.

M. Compère s'est attaché à montrer que les essais qui sont pratiqués à la presse hydraulique, conformément aux règlements, ne donnent que des indications insuffisantes et que la visite intérieure est indispensable. Cette visite doit être faite avec le plus grand soin, surtout lorsqu'il s'agit de chaudières d'occasion, timbrées et poinçonnées comme des appareils neufs chez les réparateurs et sans aucun contrôle.

Les nombreux appareils à vapeur passés en revue ont permis, après la visite intérieure, de constater les imperfections de nature à provoquer des accidents immédiats ou à terme.

Dans une chaudière Galloway, on a constaté l'existence de criques anciennes, sur les bords tombés de la première virole de chaque foyer, à la jonction sur la tôle de devanture, et si la visite intérieure avait été faite avant l'épreuve hydraulique, on aurait prescrit la réparation immédiate.

M. Compère a annexé à son rapport des extraits du *Bulletin annuel* de l'Association parisienne des Propriétaires d'appareils à vapeur, dans lesquels sont consignés les résultats d'un grand nombre de visites de chaudières. Dans tous ces appareils il a été constaté des imperfections de nature à obliger de prescrire souvent la réparation immédiate avant la mise en pression.

IV. — *Épreuves des chaudières exportées*, par M. Sauvage, Ingénieur en chef des Mines.

Lorsque les dispositions des appareils sont telles que l'épreuve réglementaire à la presse hydraulique se fait commodément après la mise en place définitive, les conditions restent les mêmes quand ces appareils sont construits dans le pays où on les emploie et quand ils viennent d'un autre pays. Mais il n'en est plus de même pour les générateurs qui sont éprouvés à la presse chez le constructeur, puis recouverts d'enveloppes, tels que ceux des grues, des locomobiles, des locomotives. Lorsqu'un de ces générateurs est exporté, il devient nécessaire de le soumettre à l'épreuve suivant les règlements du pays où il est employé ; il faut alors démonter les enveloppes et parfois même diverses pièces fixées sur les chaudières ; il en résulte des dépenses et des pertes de temps.

M. Sauvage estime qu'il y aurait donc lieu d'émettre le vœu suivant :

« Lorsqu'une chaudière enveloppée, dont l'épreuve à la presse se » fait habituellement chez le constructeur, sera transportée neuve d'un » pays dans un autre, on acceptera comme valable (sauf motifs spé- » ciaux) l'épreuve officielle faite dans le pays d'origine. Les marques » réglementaires de chaque nation seraient apposées à côté des mar- » ques provenant du pays d'origine. »

V. — *Étude sur les accidents de récipients de vapeur*, par M. Hébert, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Dans un rapport de M. Hirsch publié lors de l'Exposition de 1889, il avait été constaté que les accidents provenant des chaudières deviennent d'année en année moins fréquents. On peut attribuer ces résultats à l'intelligence du personnel, à son dévouement et aux soins apportés à son recrutement. On constate, d'après une statistique basée sur 10000 chaudières, que le nombre de victimes, qui était de 13,57 de 1865 à 1869, est de 5,28 de 1885 à 1889 et, depuis 1889, on remarque encore une notable diminution.

Les accidents ont été classés en trois catégories : ceux provenant 1° du corps même du récipient ; 2° des fonds ; et 3° des attaches fixes ou mobiles des fonds sur les corps. On a constaté :

Pour les appareils en cuivre, 28 accidents ;
Pour les appareils en fer, 24 accidents ;
Pour ceux en fonte, 8 accidents.

M. Hébert examine successivement les causes principales de ces accidents dans les différentes sortes de récipients.

Il estime qu'il y a lieu, pour chercher à les diminuer, de tenir compte dans leur construction de considérations diverses déterminant la forme, les assemblages convenant le mieux, eu égard à la destination spéciale de chaque appareil. Il y a lieu surtout de faire observer, de la façon la plus stricte, les règlements, principalement dans l'emploi des appareils de sûreté.

VI. — *Dispositions à adopter pour éviter les avaries des tuyautages des appareils à vapeur modernes*, par M. Moritz, ancien Ingénieur de la Marine.

De nombreuses avaries se sont produites dans les tuyautages de vapeur reliant les chaudières aux machines, au début de l'adoption des hautes pressions pour les appareils à vapeur de grandes dimensions, dans les installations faites à bord des navires et à terre. Vers la même époque, mais pour des causes indépendantes de l'élévation des pressions, des avaries se sont manifestées dans certains tuyautages d'alimentation de chaudières.

M. Moritz s'est proposé, dans son mémoire, d'indiquer, d'une part, la nature et la cause des diverses sortes d'avaries constatées et, d'autre part, les moyens à employer pour les éviter.

De tous les phénomènes envisagés par M. Moritz, il résulte que lorsqu'on installe un tuyautage de vapeur, il est essentiel d'éviter des dispositions permettant aux accumulations d'eau de se produire par suite de condensations de la vapeur.

Généralement les avaries ne se produisent pas immédiatement dans les tuyaux en cuivre ; ce métal étant très ductile, se déforme lorsqu'il a dépassé sa limite d'élasticité, et revient assez facilement, après refroidissement à sa position primitive, mais pourtant, à la longue, le métal s'aigrit et finit par casser.

VII. — *Hygiène et sécurité des chauffeurs*, par M. Herscher, Ingénieur des Mines.

Le pénible métier de chauffeur exige que toutes les précautions d'hygiène et de sécurité soient prises dans les chaufferies qui doivent être bien ventilées, spacieuses, avoir des sorties multiples et faciles.

Le programme que l'on doit chercher à atteindre pour la sécurité des chauffeurs peut se résumer ainsi :

1° Canaliser dans une direction inoffensive le flux brûlant auquel une explosion peut donner issue ;

2° Donner au personnel, en quelque point de la chaufferie où il se trouve, le moyen de gagner le dehors par un chemin direct et commode, sans avoir à traverser le jet de vapeur et d'eau chaude sortant de la chaudière.

La réalisation du premier *desideratum* dépend de la disposition de la chaudière elle-même et de ses accessoires, tandis que celle du second dépend des conditions d'installation de la chambre de chauffe. M. Herscher examine successivement les conditions que doivent remplir les installations des chaudières et des chaufferies.

En France, le décret d'avril 1880 ne contient aucune prescription relative à l'hygiène et à la sécurité des chaufferies ; on ne peut qu'appeler l'attention de l'usager d'une chaudière sur l'état du local où il s'installe, et le rendre responsable des accidents qui pourraient survenir.

Un certain nombre de législations étrangères s'assurent, au moyen d'un personnel de surveillance, du bon établissement des chaufferies ; dans les pays soumis au régime de l'autorisation, un plan du bâtiment où doit être placée la chaudière est exigé, et nulle construction n'est édifiée sans autorisation préalable.

VIII. — *Garanties à exiger des mécaniciens et des chauffeurs*, par M. A. Bonnin, Ingénieur, professeur à l'École Polytechnique de Montréal (Canada).

La question des garanties à exiger des mécaniciens et des chauffeurs varie non seulement d'un pays à l'autre, mais souvent aussi d'une ville, à une ville voisine.

En Allemagne, le mécanicien d'une locomotive doit avoir vingt et un ans, et justifier d'un certain apprentissage, confirmé par des certificats.

Dans le Wurtemberg, en outre des certificats, les mécaniciens sont astreints à conduire une machine devant un inspecteur.

En Portugal, des examens sont exigés devant les agents de l'École navale, et suivant le cas, il est délivré au postulant un diplôme de machiniste fluvial ou de machiniste au long cours.

En Belgique, il faut être âgé de vingt ans au moins, et trente-cinq ans au plus, être homme du métier, et savoir lire et écrire ; les emplois sont donnés au concours.

En Autriche, on exige un certificat, délivré soit par un Commissaire du Gouvernement, ou par une Association autorisée par l'État.

En Hongrie, on fait subir des examens sérieux aux candidats, dans un établissement technique de l'État.

En Italie, des certificats sont délivrés par des écoles industrielles ou de mécaniciens. Des experts officiels s'assurent des capacités du personnel.

Aux États-Unis, le mécanicien doit être pourvu d'un certificat de capacité délivré par deux mécaniciens examinateurs, choisis parmi les membres de la section de salubrité ; ces certificats sont contresignés par les membres du Comité de police.

En France, des examens sont passés par les Ingénieurs des Mines, qui délivrent le certificat d'aptitude. Le mécanicien doit être capable de démonter et remonter sa machine, de forger et ajuster les pièces qui la composent.

Les chauffeurs sont également astreints à un examen pratique ; on s'assure qu'ils distinguent les signaux par l'ouïe et par la vue. C'est en France que l'on constate les plus grandes exigences au point de vue théorique et pratique pour la délivrance des certificats de conducteurs de machines.

IX. — *Les chaudières à petits éléments. Résultats obtenus au point de vue de la sécurité*, par M. Compère, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Dans cette intéressante communication, M. Compère passe d'abord en revue les divers travaux publiés jusqu'ici sur la sécurité dans l'emploi des chaudières multitubulaires.

Il rappelle les mémoires de MM. Olry, Vinçotte, Compère et Walckenaer, puis il recherche si ces travaux ont eu pour conséquence de diminuer le nombre des accidents et des victimes. A cet effet, il a dressé un certain nombre de tableaux, d'après les statistiques annuelles du Ministère des Travaux publics.

Dans le département de la Seine où les accidents ont été les plus nombreux, à cause de la plus grande quantité de chaudières multitubulaires en fonctionnement, on constate une sensible diminution dans leur nombre, depuis ces huit dernières années.

Les accidents spéciaux aux chaudières multitubulaires sont les déchirures de tubes et les projections de tampons.

Les accidents par déchirures de tubes sont devenus de moins en moins dangereux, et on n'en fait plus état, à moins que la déchirure produite ne soit assez grande ; cette section de déchirure n'est considérée comme accident par le service des mines, que lorsque les ouvertures produites ont une longueur supérieure à 200 millimètres et se produisent sur des tubes d'un diamètre supérieur à 100 millimètres.

En dernier lieu, il faut avoir grand soin d'enseigner au personnel que le serrage à chaud des tampons est toujours une très grave imprudence.

X. — *Épuration des eaux d'alimentation des chaudières à vapeur*, par M. Fritz Krauss, Ingénieur autrichien.

Tous les moyens employés jusqu'ici pour éviter les dépôts ou les incrustations dans les chaudières, n'ont donné que des résultats peu satisfaisants, et la seule méthode rationnelle d'éviter ces inconvénients, est de faire l'épuration de l'eau alimentaire avant son entrée dans la chaudière.

On arrive à ce résultat en introduisant dans l'eau à épurer différentes matières, notamment de la chaux vive, de la soude caustique, et du carbonate de soude. M. le docteur Schierholz a trouvé une nouvelle méthode d'épuration qui réduit le degré hydrotimétrique de l'eau à environ zéro, sans la rendre alcaline.

Il faut reconnaître que les procédés dont on se sert aujourd'hui pour l'épuration des eaux, n'ont pas encore atteint le degré de perfectionnement voulu. On a bien trouvé des solutions ingénieuses et des appareils qui fonctionneraient à merveille si les réactions chimiques s'effectuaient selon les formules indiquées. Malheureusement, il

n'en est pas ainsi, et la nouvelle théorie chimique démontre que la fin d'une réaction recule suivant la diminution des réactifs actifs. La vitesse d'une transformation chimique est grande au commencement, et devient infiniment petite à la fin. On en déduit facilement l'impossibilité d'arriver, au moyen des réactifs seuls, à une épuration complète.

XI. — *Corrosions intérieures des générateurs*, par M. P. BONET.

M. Bonet étudie les différentes corrosions qui se produisent à l'intérieur des générateurs et les classe de la manière suivante

1° Corrosions par pustules ;
2° Corrosions par l'acide chlorhydrique ou les chlorures ;
3° Corrosions par l'acide sulfurique ;
4° Corrosions par l'acide tannique ;
5° Corrosions par les graisses ;
6° Corrosions par le sucre ;
7° Corrosions par l'action mécanique.

Il décrit successivement et avec beaucoup de détails la façon dont se produisent ces différentes corrosions et les remèdes qu'il conviendrait d'employer pour les atténuer ou pour les enrayer.

XII. — *Fabrication des chaudières ; matériaux employés, leur mise en œuvre dans la construction et la réparation*, par M. Ch. COMPÈRE, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Les tôles employées dans la construction des chaudières sont en fer ou en acier extra-doux.

L'emploi de la tôle est préconisé par MM. Vencalte et Cornut, qui prouvent que, malgré les soins apportés dans la fabrication de l'acier, on se trouve en présence de défauts dont la cause même est inconnue. M. Cornut est cependant convaincu que du moment où la fabrication de l'acier sera surveillée avec soin et que les précautions nécessaires exigées par l'emploi de ce métal seront prises, il faudra le substituer aux tôles de fer de qualité inférieure.

Les différentes opérations pour la construction des chaudières, consistant en : chanfreinage des tôles, étirage des pinces, perçage et alésage des rivures, cintrage et envirolage, rivetage, matage, etc., sont décrites dans le rapport de M. Compère et examinées sous tous les points de vue par cet Ingénieur.

Le rivetage doit être fait avec soin, il assure l'étanchéité des assemblages ; le matage des chanfreins et des rivures ne doit être considéré que comme un correctif du rivetage et non comme son complément indispensable.

Le plus grand soin doit être apporté au matage lors de la réparation des chaudières. Dans beaucoup de cas d'explosions, il résulte des observations faites par M. Walckenaer, Ingénieur en chef des Mines, par M. Frémont, Ingénieur civil, et par M. Baclé, que les explosions sont dues à un mauvais matage et aussi au cintrage et au rivetage.

*Résolutions adoptées par le Congrès.* — Après discussion de ces rapports, le Congrès a adopté les résolutions suivantes :

1° Le Congrès émet le vœu que, dans chaque État, il soit publié des statistiques, établies sur les mêmes bases, faisant connaître, par année et par catégorie d'appareils à vapeur, l'effectif des appareils, de leurs accidents et des conséquences de ceux-ci ;

2° Le Congrès estime qu'il est désirable, dans les pays où existent des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur, que les pouvoirs publics combinent l'action desdites Associations avec celles de l'État, en réduisant cette dernière à ce qui est strictement nécessaire ;

3° Le Congrès estime que les épreuves hydrauliques des appareils à vapeur ayant déjà servi ne donnent pas à elles seules des garanties suffisantes de sécurité, si elles ne sont pas accompagnées d'une visite complète ;

4° Il est désirable, lorsqu'une chaudière, dont l'épreuve hydraulique se fait chez le constructeur, doit être transportée neuve du pays constructeur dans un autre pays, que l'épreuve officielle faite dans le pays d'origine soit considérée comme équivalente de l'épreuve du pays d'emploi, sauf motifs spéciaux ;

5° L'attention des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur est attirée sur l'utilité qu'il y aurait pour la sécurité publique à étendre leur surveillance sur l'emploi et la construction des récipients de vapeur ;

6° L'attention des industriels faisant usage d'appareils à vapeur est attirée, tant dans leur intérêt au point de vue de leur responsabilité que dans celui de la sécurité des personnes chargées de la conduite des chaudières, sur la nécessité d'installer des chaufferies spacieuses, telles que le séjour pour le personnel y soit hygiénique en tout temps et qu'en cas d'explosion, en quelque point qu'un chauffeur se trouve occupé, il ait à sa disposition, pour s'échapper, des issues directes toujours libres et aisément praticables ;

7° Il est désirable, dans la construction et l'installation des chaudières à tubes d'eau, non seulement que toutes les précautions utiles soient prises pour rendre inoffensive la rupture éventuelle d'un tube vaporisateur, mais encore que tous les tampons de trous de poings et autres soient exclusivement à fermeture autoclave.

Le Congrès, en dehors de ses séances, a consacré plusieurs visites à l'importante exposition collective des Associations françaises de propriétaires d'appareils à vapeur et à celles des Associations autrichienne et italienne ; l'Exposition française constitue un véritable musée des défauts des appareils à vapeur.

P. V.

## VARIÉTÉS

### Générateur oléothermique.

M. Mähl a présenté au Congrès international de Mécanique appliquée, le 20 juillet dernier, un nouveau type de générateur de vapeur, le générateur oléothermique, système Mähl et de Nittis, qui a été combiné dans le but d'obtenir de la vapeur à toutes pressions, sans avoir à redouter que les éléments les plus exposés à l'intensité du feu s'en trouvent détériorés.

Dans ce générateur, l'échange des calories entre le foyer ou les gaz chauds et l'eau à vaporiser, au lieu de se faire, comme dans les chaudières ordinaires, directement à travers les surfaces de chauffe, se produit par l'intermédiaire d'un bain d'huile chauffé à haute température.

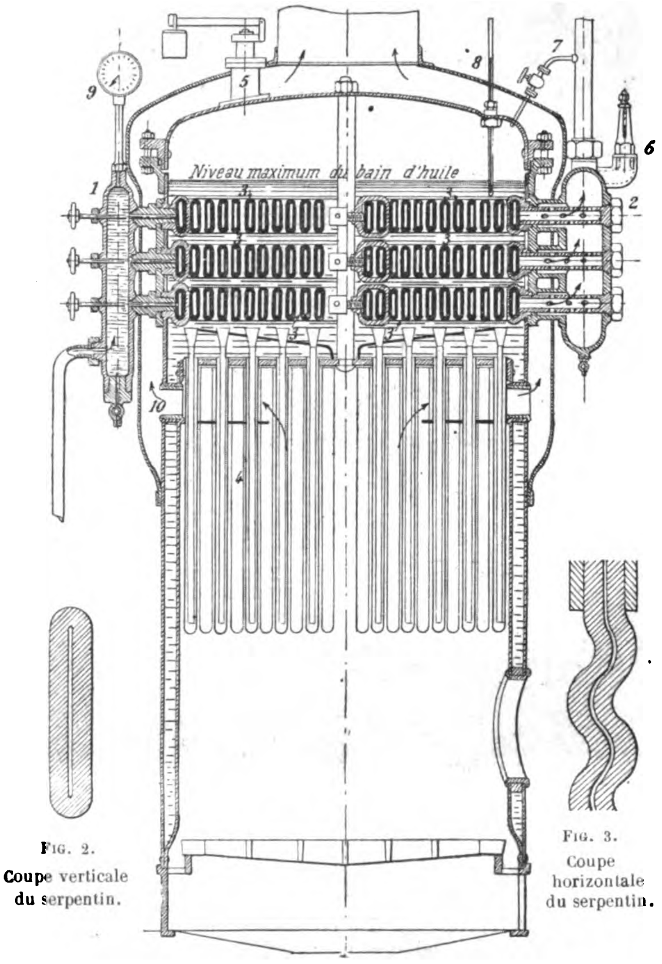



FIG. 2. Coupe verticale du serpentin.

FIG. 3. Coupe horizontale du serpentin.

FIG. 1. — Coupe verticale L.

1 Bouteille d'injection de l'eau ; — 2 Bouteille de sortie de vapeur ; — 3 Serpentins vaporisateurs ; — 4 Chauffeurs d'huile en tubes Field ; — 5 Soupape de la chambre à huile (1 kilogr.) ; — 6 Soupape de la vapeur (200 kilogr.) ; — 7 Robinet pour tension de vapeur de 1 kilogr. au maximum sur l'huile ; — 8 Thermomètre ; — 9 Manomètre à 200 kilogr. ; — 10 Évents et gaine de fumée.

FIG. 1 à 3. — Générateur oléothermique à vaporisation instantanée.

Les principaux avantages de cette disposition qui semble, au premier abord, présenter le grave inconvénient de compliquer notablement le générateur, sont les suivants :

L'huile employée a une température d'ébullition voisine de 400° ; elle n'émet de vapeurs inflammables que vers 260°. Il est possible, par suite, de la porter à une température notablement plus élevée que celle qui correspond à la vaporisation pour les pressions de régime ordinaires, sans avoir à l'intérieur du récipient formant bain d'huile, une pression supérieure à la pression atmosphérique. On supprime ainsi toute fatigue pour les surfaces exposées aux coups de feu.

Des huiles végétales ou animales produiraient une action corrosive sur les surfaces de chauffe. Avec une huile minérale parfaitement pure, aucune action de ce genre n'est à craindre. Soustraite à l'action de l'air, et ne pouvant laisser dégager de vapeurs, l'huile ne subit aucune altération et ne forme aucun résidu. Les surfaces de chauffe restent ainsi parfaitement propres à l'intérieur de la chaudière, ce qui assure pour le générateur un entretien facile, une marche bien régulière, toujours aussi économique, enfin une grande sécurité dans le fonctionnement. Par suite de l'absence de dépôts, il n'y a pas à craindre des ruptures accidentelles de tubes.

L'huile n'entrant pas en ébullition, les surfaces métalliques chauf-

fées par le foyer sont toujours en contact avec de l'huile liquide, non mélangée de vapeur. Aussi les vaporisations les plus actives, même sous l'action des brûleurs les plus énergiques, peuvent-elles être produites sans fatigue du métal; en adoptant pour le faisceau tubulaire des dispositions convenables, les pressions les plus élevées peuvent être adoptées sans aucun danger.

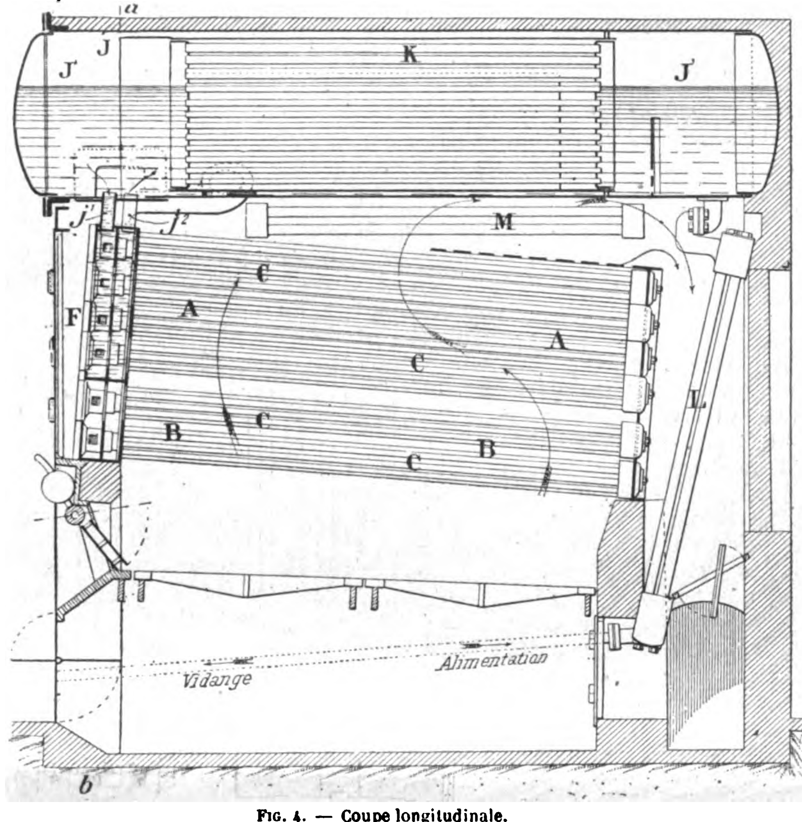
Les figures 1, 2 et 3 représentent un générateur oléothermique à vaporisation instantanée, établi pour fonctionner à une pression de 200 kilogr. Le bain est renfermé à l'intérieur d'une chaudière verticale genre Field. La pression dans ce récipient est maintenue à 1 kilogr. environ, par un peu de vapeur d'eau agissant sur l'huile pour retarder son point d'ébullition et lui permettre de rester liquide jusqu'au voisinage de 500°. La vaporisation se fait à l'intérieur de serpentins plats de forte épaisseur, laissant passage à l'eau et à la vapeur par une fente rectiligne de 1 millimètre de largeur au plus. L'eau d'alimentation entre par une extrémité; la vapeur produite sort par l'autre, suivant le principe des chaudières Serpollet. On conçoit que, dans le générateur à faisceau vaporisateur ainsi chauffé par bain d'huile, la vaporisation soit bien uniforme dans toute l'étendue du faisceau; de plus, à ce contact de 500°, l'eau peut être vaporisée à 400° et au delà, par suite, commodément et sans aucun danger, à une pression de 200 kilogr. par centimètre carré.

Le même principe a été appliqué par les inventeurs à des chaudières aquatubulaires à gros tubes. Les tubes voisins du foyer sont pleins d'huile; les dispositions de la chaudière assurent à l'huile une circulation continue et lui permettent d'abandonner ses calories, par l'intermédiaire d'un faisceau tubulaire spécial, à l'eau du réservoir supérieur. Les autres tubes de la chaudière renferment de l'eau suivant la disposition ordinaire.

Les figures 4 et 5 représentent un générateur de ce système.

En A se trouve un faisceau tubulaire vaporisateur ordinaire à circulation d'eau. Plus près de la grille, en B, est placé le faisceau à circulation d'huile. L'huile chaude monte dans le réservoir supérieur autour des tubes du faisceau complémentaire K et, après avoir produit une vaporisation de l'eau du réservoir supérieur, elle redescend aux éléments du faisceau B.

Les éléments A et B sont des éléments à circulation double. De la partie antérieure de la lame avant, le liquide à vaporiser ou à chauffer se rend dans un culot postérieur par un tube central de gros diamètre. Des tubes plus petits, disposés autour du précédent, ramènent de ce culot le mélange d'eau et de vapeur ou l'huile chaude dans la partie postérieure de la lame d'eau avant.



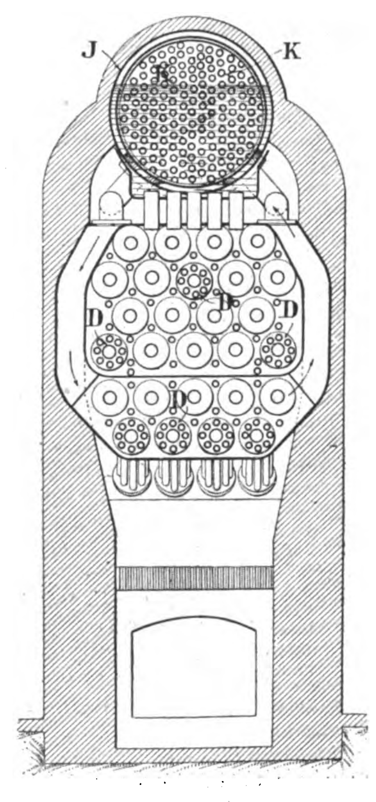




Fig. 4. — Coupe longitudinale. Fig. 5. — Coupe transversale *ab*.

J' réservoir supérieur d'eau et vapeur; — K réfrigérant d'huile; — F lame de circulation avant; — A élément à circulation d'eau; — B élément à circulation d'huile; — L réchauffeur d'alimentation; — M sécheur de vapeur; — j¹ descente de l'eau; — j² remontée de l'eau et de la vapeur; — D tubes adducteurs; — C tubes abducteurs.

Fig. 4 et 5. — Générateur oléothermique à tubes d'eau.

La chaudière est munie d'un sécheur de vapeur M et d'un réchauffeur d'eau d'alimentation L.

Des essais faits tout dernièrement sur un générateur oléothermique de 1m²90 de surface de grille et 90 mètres carrés de surface de chauffe totale, y compris le sécheur, ont donné les résultats suivants, en marche ordinaire, sans recherches spéciales pour le choix du chauffeur et du combustible :

| | | |
|---|---|---|
| Charbon brûlé par heure et mètre carré de grille. | kilogr. | 79 |
| Vaporisation par kilogramme de charbon brut. . | — | 8,26 |
| Température du bain d'huile. . . . . . . . . . | degrés | 300 |
| — des gaz à la cheminée. . . . . . . | — | 190 |
| Pression à la chaudière . . . . . . . . . . . . | kilogr. | 9,5 |



### L'hospitalisation des émigrants à Hambourg.

Par suite de sa situation géographique, le port de Hambourg constitue le grand centre d'émigration pour l'Europe centrale et orientale. Le mouvement commence à se dessiner en 1837, où l'on compte 2 427 émigrants; puis, d'année en année, ce nombre augmente : il s'élève à 16 215 en 1860, pour atteindre 32 556 en 1870 et 64 214 en 1899. Une telle progression, surtout pour des voyageurs souvent peu familiarisés avec les règles les plus élémentaire de l'hygiène, pouvait avoir des conséquences excessivement graves, et ce dangereux état de choses attira rapidement l'attention des pouvoirs publics.

Dès 1892, on tenta l'expérience d'offrir aux émigrants un abri capable de leur procurer, jusqu'au moment de leur embarquement, tout le confort qu'ils étaient en droit d'attendre et que ne leur donnaient pas les auberges où ils s'adressaient habituellement. L'expérience réussit à ce point, qu'au bout de peu de temps on fut amené à rendre définitive cette situation provisoire; on créa de nouveaux bâtiments, on aménagea des salles de bains et de désinfection avec tous les perfectionnements modernes, et on prit toutes les dispositions pour assurer aux émigrants une hospitalisation des plus complètes sous le rapport du confort et de l'hygiène.

Les terrains sur lesquels ces bâtiments avaient été érigés reçurent peu après une autre affectation, et on dut songer à reporter ailleurs cette installation dont les services étaient unanimement appréciés. C'est alors qu'on aménagea l'organisation actuelle que nous nous proposons de décrire.

L'emplacement a été choisi de telle sorte que pour s'y rendre les émigrants n'ont pas à passer par la ville, quelle que soit la gare d'arrivée. Les bâtiments d'hospitalisation sont partagés (voir la figure ci-jointe) en deux groupes rigoureusement distincts : l'un A, qui reçoit les émigrants à leur arrivée; l'autre B, où ils séjournent jusqu'au départ du paquebot, mais seulement après avoir subi une visite médicale et avoir été soumis à une désinfection complète.

Dès leur entrée, les nouveaux venus sont reçus au bureau d'ad-

mission du bâtiment A. On les débarrasse de leurs bagages et, après les avoir inscrits sur les contrôles, on les conduit soit dans les dortoirs, soit dans les chambres séparées qui leur sont destinées. Le lendemain matin, tous ceux qui sont arrivés la veille et dans la nuit, sont envoyés au bain, pendant que leurs vêtements et leurs bagages sont désinfectés. La désinfection se fait à la vapeur; les appareils sont au nombre de deux mais on a prévu l'emplacement nécessaire à l'installation d'un troisième quand le besoin s'en fera sentir.

De part et d'autre des chambres de désinfection, sont disposées les salles de bains; à gauche, pour les femmes (quatre cabines à baignoires, six cabines à douches), à droite, pour les hommes (douze cabines à douches). En avant se trouvent des salles où les émigrants se déshabillent; leurs vêtements désinfectés leur sont rendus dans d'autres salles distinctes des premières. Dans le cas où la désinfection des vêtements exige plus de temps que le bain, le baigneur reçoit un peignoir de laine dont il s'enveloppe en attendant que ses vêtements lui soient rendus.

Aussitôt chacun subit une minutieuse visite médicale. Les sujets suspects sont envoyés en observation au lazareth; il en est de même pour toute famille dont un seul membre serait reconnu atteint d'une affection contagieuse. Les malades sont immédiatement évacués sur l'hôpital de la ville. On n'admet dans le quartier B que ceux qui ont été reconnus absolument sains, et dont les bagages ont été désinfectés d'une façon complète.

Pour ce quartier, on a choisi le système des pavillons distincts qui permet une séparation plus complète entre les émigrants, séparation reconnue nécessaire non seulement au point de vue d'une meilleure hygiène, mais encore pour éviter les inconvénients d'un contact journalier entre des individus de nationalités et de sectes si différentes.

Les pavillons, au nombre de cinq (deux pour les hommes, deux pour les femmes, et un pour les familles), comprennent tous, outre les dortoirs pour la nuit, une salle commune pour le jour; ils contiennent vingt-quatre lits, et ont 13m 20 de long sur 5m 14 de large. La hauteur est de 4 mètres sur les côtés et de 5 mètres au faîte, ce qui donne un cube de 13m 9 par tête. Le toit est muni d'une cheminée d'aération, et les cloisons séparatives ne descendent pas jusqu'au plancher, ce qui permet la circulation de l'air. Chaque pavillon a ses latrines particulières; il est chauffé à la vapeur et éclairé à l'électricité.

A l'extrémité du quartier se trouvent deux pavillons séparés, présentant plus de confortable que les précédents et destinés à une classe plus élevée de voyageurs. Ils sont partagés en chambres distinctes comprenant chacune quatre lits.

Les réfectoires constituent également un groupe à part; ils sont au nombre de deux et l'un est affecté aux Israélites. Ils sont séparés l'un de l'autre par une cantine où l'on trouve tout ce dont on peut avoir besoin. Chacun d'eux est desservi par sa cuisine spéciale, munie d'appareils à vapeur.

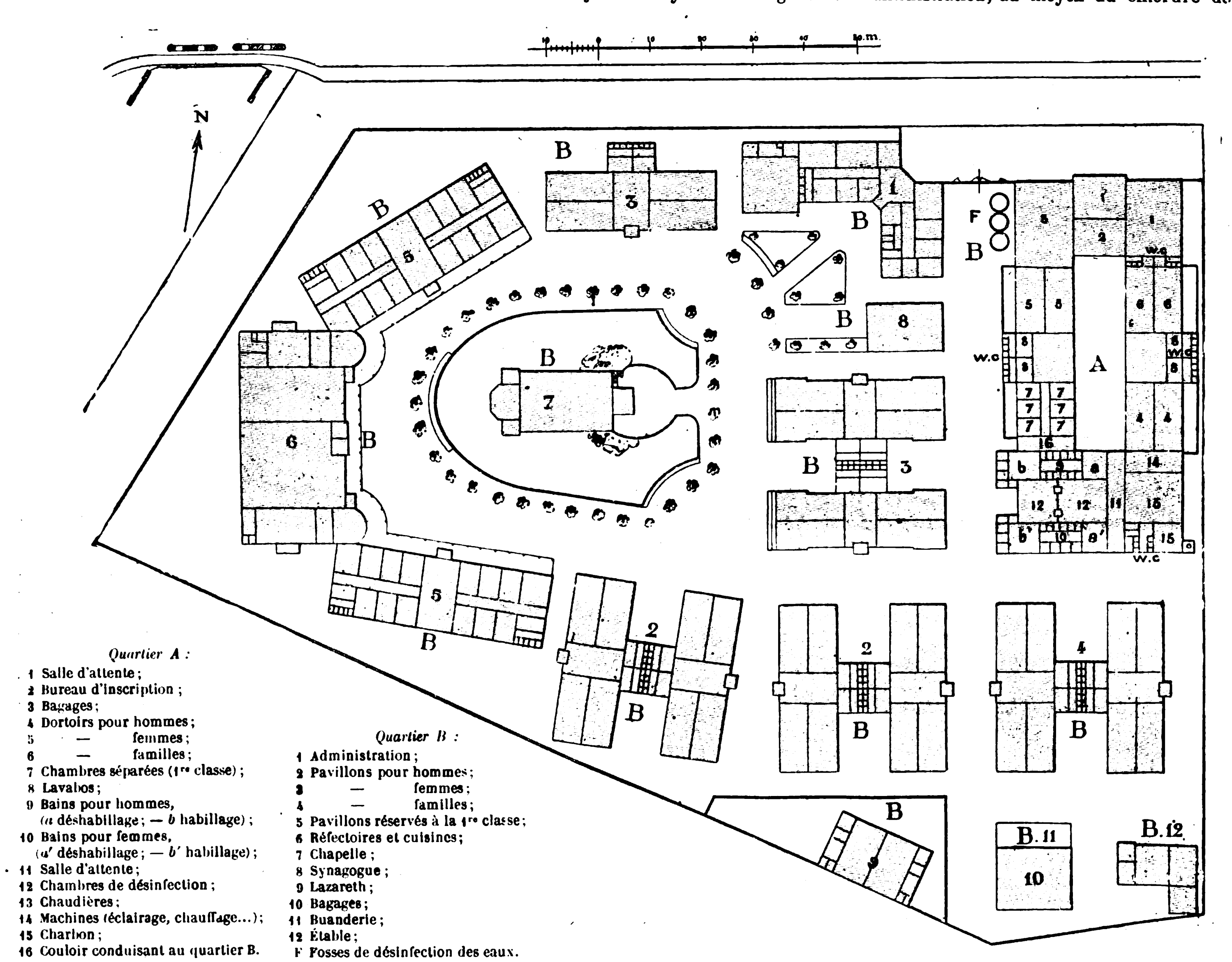
Le centre du quartier est occupé par une chapelle, et un peu plus loin se trouve une synagogue.

Toutes les eaux, à l'exception des eaux de pluie qui s'écoulent directement dans l'Elbe, sont désinfectées avant d'être dirigées vers l'aqueduc qui les évacue dans le fleuve. La désinfection se fait, sous les yeux d'un agent de l'administration, au moyen du chlorure de chaux, dans trois fosses dont deux sont en service, tandis que la troisième sert de réserve.

Pour déterminer la capacité de ces fosses, on est parti de ce principe que le volume d'eau à épurer s'élève à 160 litres par tête, ce qui, avec une population de 1 000 habitants au maximum, donne un total de 160 mètres cubes. Les trois quarts de ce volume, soit 120 mètres cubes, sont fournis en cinq heures, de 8 heures du matin à 1 heure de l'après-midi, ce qui correspond à 24 mètres cubes par heure. L'opération complète, comprenant le remplissage de la fosse, sa désinfection, et son nettoyage, exigeant deux heures, on a été ainsi conduit à donner à chaque fosse une capacité de 25 mètres cubes.

Cette installation se recommande, comme on le voit, par le soin avec lequel tout y est organisé. D'ailleurs, les résultats sont venus couronner les efforts de ses promoteurs : depuis sa création, on n'a pas eu à constater un seul cas de maladie contagieuse sur les paquebots qui font le service des émigrants de Hambourg en Amérique.

P. F.




Installation pour l'hospitalisation des émigrants, à Hambourg.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Société des Ingénieurs civils.

*Séance du 20 juillet 1900.*

**Présidence de M. G. Canet, Président.**

Cette séance a été tenue dans le Pavillon de MM. Schneider et Cie, à l'Exposition de 1900, et a été presque entièrement consacrée à des études sur le matériel exposé ou construit par cette Société.

I. — M. G. Canet étudie l'*Artillerie à tir rapide* et le matériel y relatif qui figure dans le pavillon où a eu lieu la séance.

Après avoir rappelé les caractères distinctifs d'un canon à tir rapide, M. Canet énumère les modifications qu'il a fallu réaliser pour transformer le matériel : constitution de la munition unitaire, analogue à la cartouche de fusil, perfectionnement de tous les mécanismes des bouches à feu et des affûts pour simplifier le chargement et la manœuvre.

Étudiant d'abord l'artillerie de marine, il décrit successivement les mécanismes de fermeture de culasses (vis à filets interrompus et à filets concentriques); les appareils de mise de feu et les appareils de sécurité pour éviter les accidents, résultant d'une mise de feu prématurée ou de longs feux; les étoupilles à percussion ou électriques; les affûts avec leurs freins hydrauliques et les récupérateurs automatiques ramenant les pièces en batterie; les mécanismes de pointage en hauteur et en direction pour la facilité desquels on a appliqué des couronnes de galets, des grains-pivots trempés et des roulements sur billes; les appareils de visée permettant une indépendance complète de la ligne de mire; les tourelles de protection, enfin les appareils pour le chargement automatique des canons.

Pour l'artillerie de campagne, après avoir réussi à donner à la pièce un point d'appui sur le sol, en employant une bêche placée à l'extrémité de la crosse, on a placé des sièges des deux côtés de la pièce, de sorte que les servants sont assis et n'ont à s'occuper que du pointage et du chargement et ne sont plus dérangés par le recul de la bouche à feu. D'autre part, on a créé des appareils de visée permettant aux servants, une fois le réglage du tir obtenu, de n'avoir qu'à exécuter des mouvements de manivelle pour arriver à répartir méthodiquement et rapidement les coups sur le but à battre.

On arrive ainsi, avec une batterie de quatre bouches à feu, à couvrir 8 hectares en une minute; en deux minutes on en couvre 16. Il n'y a donc pas gaspillage, mais économie de projectiles. Les projectiles de l'artillerie de campagne sont des shrapnels et des obus à explosif puissant. Pour le matériel de montagne et de siège, les canons et affûts sont du même type que ceux du matériel de campagne. Quant au canon de 240 millimètres qui est exposé dans le pavillon, il pèse 24 tonnes et lance un projectile de 150 kilogr. à la vitesse initiale de 900 mètres et avec une rapidité moyenne de 4, 5 et 6 coups à la minute.

M. Canet décrit, en terminant, les batteries mobiles de M. le général Peigné. La bouche à feu est placée sur un affût à double frein, reposant sur une plate-forme métallique montée sur deux bogies et pouvant par suite circuler sur les voies de chemins de fer à voie étroite ou à voie normale. On peut constituer avec ce matériel de vrais forts roulants, se transportant rapidement d'un point à un autre, pour la défense du territoire.

II. — M. Michel Schmidt fait une communication sur le *Montage des ponts*.

Après avoir rappelé les divers procédés de montage des ponts et charpentes : montages en porte-à-faux, mises en place par lancement, montages sur ponts de service, mises en place par flottage, procédés mixtes, M. Schmidt décrit la passerelle de montage [1] du pont Alexandre III, le montage de cet ouvrage [2] et celui du Pavillon Schneider [3].

III. — M. E. Delmas passe en revue l'*Ensemble des progrès réalisés dans la fabrication des blindages depuis 1889.*

Après avoir expliqué sommairement comment on peut évaluer la valeur d'une plaque de blindage au point de vue de sa résistance à la perforation, M. Delmas fait ressortir les progrès réalisés depuis dix ans dans la fabrication des blindages et explique que ces progrès ont été réalisés :

1° Grâce à l'invention de l'acier-nickel pour métal à blindages et grâce aussi aux aciers spéciaux à base de nickel qui, depuis lors, ont été employés pour le cuirassement des navires de guerre;

2° Par la cémentation de la face d'impact des plaques.

Il termine en montrant le mode d'action du projectile et il précise comment ce mode d'action a été influencé par la nature du métal de la plaque.

IV. — M. X. Prévost décrit la *locomotive Thuile*.

Cette locomotive qui figure, avec son tender, dans l'Exposition de MM. Schneider et Cie, a été étudiée et construite par eux, pour répondre au programme posé par M. Thuile : remorquer un train de luxe de 180 à 200 tonnes à la vitesse de 120 kilom.; obtenir une puissance aux cylindres de 1 800 à 2 000 chevaux.

Cette locomotive, dont le projet a déjà été décrit dans le *Génie Civil* [1], est à deux essieux couplés au milieu, un bogie à deux essieux à l'avant et un bogie à trois essieux à l'arrière. La chaudière est en forme de poire; elle a 4m²68 de surface de grille. Le mécanisme est à l'avant. Le tender, à deux bogies, porte 28 mètres cubes d'eau et 7 tonnes de charbon.

La locomotive a été soumise à des expériences sur les lignes des chemins de fer de l'État français. Au cours des premiers essais de rodage et dans des conditions ne se prêtant qu'insuffisamment bien au développement de la vitesse, la vitesse de 117 kilom. a été réalisée avec un train de 186 tonnes.

A. B.

### Académie des Sciences.

*Séance du 6 août 1900.*

**Chimie.** — *Sur le poids atomique du baryum radifère.* Note de Mme Curie, présentée par M. H. Becquerel.

Depuis le début des recherches qui avaient pour but l'isolement du radium, les progrès de la concentration de cet élément dans le chlorure de baryum radifère ont été constamment contrôlés par l'étude du spectre et par des déterminations de poids atomique.

Chaque fois que le gros traitement du minerai fournissait une nouvelle quantité de chlorure de baryum radifère, Mme Curie soumettait ce chlorure à une cristallisation fractionnée systématique pour en extraire quelques décigrammes d'un produit aussi concentré que possible en radium. En ajoutant à la solution de ce produit un peu d'alcool ou mieux d'acide chlorhydrique jusqu'à la formation d'un précipité minime, on obtenait un ou deux centigrammes d'un produit encore bien plus concentré qui était destiné à l'étude du spectre. Le produit restant servait pour la détermination du poids atomique du baryum radifère.

Le dernier de ces produits ne contient plus le baryum qu'à l'état de trace et peut être considéré comme du chlorure de radium à peu près pur.

L'isolement du chlorure de radium a donc été obtenu. Mais la quantité de sel pur isolé est insuffisante pour qu'il soit possible actuellement de déterminer le poids atomique du radium. Mme Curie a dû se contenter de déterminer le poids atomique du baryum radifère avec le produit de concentration moindre dont elle avait 0gr 4.

De cette détermination résulte la certitude que le poids atomique du radium est très supérieur à 174. La quantité de chlorure de radium pur, isolée par Mme Curie, est d'ailleurs insuffisante pour pouvoir faire l'étude des propriétés du radium pur.

**Chimie minérale.** — I. — *Sur le dosage électrolytique du cadmium.* Note de M. Dmitry Balachowsky, présentée par M. Henri Moissan.

M. D. Balachowsky a obtenu, par électrolyse des solutions de bismuth et de cadmium, des précipités métalliques absolument exempts d'oxyde, bien adhérents et faciles à laver. La différence des conditions de précipitation de ces deux corps l'a conduit à un procédé de séparation qui fera l'objet d'une prochaine Communication. Ce procédé électrolytique constitue d'ailleurs une excellente méthode pour l'obtention du bismuth à l'état de pureté absolue.

II. — *Sur l'oxyde bleu de molybdène.* Note de M. Marcel Guichard, présentée par M. Henri Moissan.

L'oxyde bleu de molybdène qui est certainement, de tous les oxydes de ce métal, celui qui est connu avec le moins de certitude, est un oxyde salin, c'est un molybdate de bioxyde de molybdène. Ses très nombreux modes de formation peuvent être ramenés aux trois suivants : 1° union du bioxyde et du trioxyde, en présence de l'eau; 2° réduction du trioxyde par voie humide; 3° oxydation du bioxyde.

M. M. Guichard a étudié tous les modes de formation et toutes les méthodes de préparation indiquées, mais il se contente de décrire les méthodes d'analyse qu'il a employées pour déterminer la composition de l'oxyde bleu et les préparations qui lui ont permis d'isoler ce composé à l'état hydraté, pur et en quantité notable. Ses analyses lui attribuent la composition $MoO^2,4MoO^3,6H^2O$.

**Électricité.** — I. — *Sur les circuits formés uniquement par des électrolytes.* Note de MM. Camichel et Swyngedauw, présentée par M. J. Violle.

Généralement on amène le courant dans un électrolyte par des électrodes métalliques, sur lesquelles se dégagent les produits de la décomposition et on envisage un électrolyte comme ne pouvant être traversé par un courant sans subir de décomposition.

MM. Camichel et Swyngedauw, se sont demandé s'il était possible de développer des courants dans des circuits *entièrement électrolytiques* et si le passage de pareils courants avait toujours pour conséquence une décomposition.

De leurs expériences il résulte qu'un électrolyte peut être traversé par un courant sans décomposition. Dans cette électrolyse sans électrodes la polarisation ordinaire est supprimée; mais on peut se demander s'il n'existe pas un phénomène moléculaire qui joue un rôle analogue.

II. — *Sur l'accouplement des alternateurs au point de vue des harmoniques et effet des moteurs synchrones sur ceux-ci.* Note de M. A. Perot, présentée par M. A. Potier.

M. A. Perot étudie succinctement, au point de vue des harmoniques, l'accouplement des alternateurs et l'effet des moteurs synchrones.

**Physique.** — *Sur les points d'ébullition du zinc et du cadmium.* Note de M. Daniel Berthelot, présentée par M. Becquerel.

Parmi les points fixes les plus fréquemment utilisés pour la pyrométrie figurent les points d'ébullition du zinc et du cadmium.

M. D. Berthelot les a déterminés aussi exactement que possible au moyen de la méthode interférentielle. Pour le point d'ébullition du zinc, la moyenne de cinq déterminations a donné 920°; pour celui du cadmium, trois expériences concordantes ont donné 778°.

**Météorologie.** — *Sur quelques températures observées au parc de Saint-Maur.* Note de M. E. Renou, présentée par M. Mascart.

Le mois de juillet 1900 a offert quelques chiffres thermométriques remarquables. La température moyenne de l'air, déduite de celle des 24 heures, a été, pour ce mois, de 21°57, présentant un excès de 3°58 sur la moyenne déduite de 25 ans d'observations; c'est la plus haute depuis 1859. Le chiffre de 22°65, trouvé, pour ce même mois, à l'Observatoire de Paris, et qui correspond à peu près à 22° dans la campagne, est, autant qu'on peut en juger aujourd'hui, la plus haute température de juillet depuis un siècle et demi.

Il y a eu deux maxima remarquables : 36°7 le 16 et 37°7 le 20. Ce sont les plus hautes températures constatées au parc de Saint-Maur depuis celles qui ont été observées au même endroit en 1881, savoir 37°8 le 15 et 38°4 le 19, ainsi à quatre jours d'intervalle, comme cette année et presque à la même date. Cette température de 38°4 est la plus haute qui ait été constatée à Paris d'une manière certaine, depuis qu'on y fait des observations régulières.

La moyenne température des 24 heures a atteint 28°30, au parc de Saint-Maur, le 16 juillet; cette moyenne dépasse beaucoup toutes les moyennes authentiques des 24 heures sous le climat de Paris.

La température de la Marne a atteint, le 23 dans l'après-midi, 28°38; la Seine doit avoir atteint le même chiffre.

Ce qu'il y a eu de remarquable dans le mois de juillet dernier, c'est l'insolation; un thermomètre à mercure à réservoir cylindrique, peint en vert, posé sur le gazon, bien desséché il est vrai, a marqué, à 2 heures, les 16, 19 et 25, des températures de 70°, 74° et 75°2.

G. H.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 14, p. 209.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, nos 10 et 11.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 141.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 1, p. 5.



## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

AÉROSTATION

**Le ballon du comte Zeppelin.** — Le *Dinglers polytechnisches Journal*, du 21 juillet, donne un compte rendu détaillé de la récente ascension du ballon du comte Zeppelin. Ce ballon, de forme allongée, le plus long qui ait été construit jusqu'ici, est formé de 17 ballons élémentaires de 11m 3 de diamètre et d'une longueur variant de 4 à 8 mètres. La capacité totale de ce ballon est de 11 000 mètres cubes, sa force ascensionnelle de 12 tonnes, son poids total de 10 tonnes. Comme force motrice, il comporte deux moteurs Daimler de 15 chevaux. Sa propulsion s'obtient au moyen de quatre grandes hélices en aluminium. Toutes les manœuvres peuvent être commandées de l'une des deux nacelles que porte le ballon. Lors de l'ascension du 2 juillet, qui a duré 17 minutes, le ballon s'est maintenu pendant un certain temps à une hauteur de 250 mètres, avançant, contre le vent, à la vitesse de 8 mètres à la seconde. Le prix de construction de ce ballon dépasse 1 250 000 francs.

CHEMINS DE FER

**Wagons fermés à marchandises et wagons à charbon de 45 tonnes (100 000 livres) de capacité (États-Unis).** — L'*Engineering News*, du 19 juillet, donne la description détaillée de wagons fermés à marchandises et de wagons à charbon, de 45 tonnes de capacité, qui ont été mis en service par le Southern Pacific Railway, au nombre de 1 700 pour les premiers et de 300 pour les seconds.

Ces wagons sont remarquables, non seulement par la grandeur de la charge qu'ils permettent de transporter, mais encore par ce fait que, bien qu'ils soient construits en bois, leur poids mort est extrêmement faible. Ce qui, en outre, caractérise leur construction, c'est qu'on n'y a employé aucun assemblage par tenon et mortaise, mais que l'on s'est servi de pièces d'assemblages en fer.

Les wagons fermés à marchandises pèsent 15 tonnes, ce qui est, en moyenne, le poids de wagons de ce type ne pouvant porter que 27 tonnes. Quant aux wagons à charbon, ils pèsent 14,9 tonnes, tandis que des wagons de même capacité, en acier, pèsent 15,4 tonnes, tout en étant de 2 mètres plus courts que les wagons en bois du Southern Pacific Railway.

CHIMIE INDUSTRIELLE

**L'Éclairage des berges de la Seine par l'acétylène.** — M. Pignet donne, dans la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 20 juillet, la description de l'installation faite pour l'éclairage par l'acétylène des berges de la Seine comprises dans l'Exposition.

Le Comité des Acétylénistes, qui avait assumé la responsabilité de cet éclairage, a eu soin, pour éviter toute rivalité, d'adopter des appareils non brevetés.

Dans chacune des deux usines (rive droite et rive gauche) se trouvent six générateurs susceptibles de contenir 600 kilogr. de carbure. Ils sont placés sur deux rangs, dans un bassin rempli d'eau. Construits sur le principe des appareils de contact, ils sont munis d'un robinet pour régler l'admission de l'eau.

Un point tout particulier est à signaler : le chargement des gazogènes et l'extraction de la chaux formant le résidu de la réaction s'opèrent hors de l'usine. Les appareils sont enlevés du bassin, puis placés sur un chemin roulant, qui conduit les générateurs à l'extérieur de l'Exposition.

Le gaz, après avoir passé dans un épurateur, est conduit au gazomètre et de là aux divers appareils d'éclairage.

Il y a 78 réverbères qui constituent l'éclairage ordinaire des berges et du pont Alexandre III. Chacun d'eux comporte cinq brûleurs d'un débit de 20 litres, ce qui fait 100 litres à l'heure pour chaque réverbère, soit un pouvoir éclairant de 15 carcels-heure.

Enfin des rampes de 12 mètres de longueur, qui alternent avec des ifs, constituent l'éclairage spécial des soirs d'illumination.

**La production, la consommation et les cours du sulfate d'ammoniaque.** — Dans une communication faite à la *Société de l'Industrie minérale* (réunion de Montluçon du 29 avril 1900), M. Héliot montre l'importance toujours accrue de l'industrie du sulfate d'ammoniaque. Ce sous-produit de la carbonisation des houilles, trouve notamment un débouché des plus importants dans l'agriculture, comme engrais azoté et entre en concurrence pour cet usage avec le nitrate de soude, lequel renferme 16,45 °/ₒ d'azote, contre 21,21 °/ₒ renfermé dans le sulfate d'ammoniaque.

La production de ce sel dans le monde entier s'est élevée en 1899 à 457 000 tonnes. Dans ce chiffre la France est entrée seulement pour 36 000 tonnes.

L'emploi des fours à coke avec récupération des sous-produits, augmente considérablement le rendement des houilles en sulfate d'ammoniaque. Le nombre de ces fours ne s'élève pas, dans notre pays, à plus de 700, cependant, beaucoup sont actuellement en construction dans le Nord. L'Allemagne en compte de 9 000 à 10 000. L'Angleterre, de 3 000 à 3 600.

Ce pays est le premier producteur de sulfate d'ammoniaque, il en a produit en 1899, 202 000 tonnes. L'emploi dans les hauts fourneaux de la houille crue en gros morceaux, l'exploitation et la qualité spéciale des schistes bitumineux d'Écosse sont les principaux facteurs de cette supériorité.

Examinant le développement des fours à récupération, en Angleterre, M. Héliot mentionne les procédés intéressants de M. Mond, ayant pour objet l'extraction de l'ammoniaque des produits de la combustion houillère.

L'importation anglaise, en France, a sensiblement diminué et il est permis de croire que, dans peu d'années, notre pays subviendra à ses besoins. L'Espagne est la principale tributaire de l'Angleterre pour ce produit.

Après avoir indiqué les phases subies, depuis 1868, par le cours du sulfate d'ammoniaque qui est actuellement de 30 à 31 fr. les 100 kilogr., l'auteur rappelle que le cours moyen du nitrate de soude est de 20 fr. les 100 kilogr. La consommation de cet engrais, dans le monde entier, est de 1 200 000 tonnes ; celle du sulfate d'ammoniaque est d'environ 4 500 000 tonnes.

Dans l'application, ces deux produits se comportent différemment : les eaux pluviales s'emparent du nitrate et le précipitent au fond du sol, tandis qu'elles ne peuvent entraîner le sulfate d'ammoniaque qui tend plutôt à remonter. L'avantage au point de vue agricole reste donc à ce dernier.

ÉLECTRICITÉ

**Installation hydro-électrique de São Paulo (Brésil).** — L'*Engineering Record*, du 21 juillet, donne une description détaillée de l'installation hydro-électrique de São Paulo (Brésil), capitale de la province du même nom.

Cette ville a une population de 250 000 habitants, s'occupant principalement du commerce du café. Eu égard à son importance, elle compte un nombre considérable d'usines, ce qui a lieu de surprendre, étant donné le prix du charbon dans cette région qui ne contient aucune houillère. Le charbon employé pour la production de la vapeur y coûte environ 50 francs la tonne ; l'énergie y revient à environ 800 francs le cheval ou 1 000 francs le kilowatt par an, et le gaz d'éclairage y coûte 0 fr. 62 le mètre cube, le prix du charbon à gaz étant de 60 francs la tonne.

C'est dans ces conditions qu'on entreprit d'utiliser une chute d'eau située sur le Tiete River, à 30 kilom. de la ville, pour y créer une installation hydro-électrique, destinée à alimenter à São Paulo un tramway et une distribution d'énergie électriques. Le point choisi pour cette installation est les chutes de Parnahyba, constituées par une série de rapides de 2km 4 de longueur, représentant une chute totale de 18m 30, qui peut fournir, en temps de basses eaux, une puissance de 18 180 chevaux.

Un barrage a été construit en travers du fleuve ; de ce barrage part une conduite de 3m 66 de diamètre, qui amène l'eau dans un réservoir formé par une dépression naturelle du sol située à l'opposé de la base du barrage. Cette dépression est fermée par un second barrage, d'où partent les conduites qui alimentent les turbines situées à faible distance du fleuve. L'usine que l'on construit actuellement représente 8 000 chevaux, mais elle pourra être doublée facilement. L'énergie électrique sera transmise à 23 000 volts à São Paulo, où des génératrices à courant continu seront actionnées par des électromoteurs à courant alternatif.

Le barrage principal, en travers du Tiete River, a 260 mètres de longueur et 11m 30 de hauteur maximum ; son épaisseur à la base est de 9m 15. Le réservoir qu'il limite a 200 mètres de largeur et 6km 5 à 8 kilom. de longueur ; sa surface totale est de plus de 250 hectares. La conduite de 3m 66 de diamètre, dont la longueur est de 677m 55, alimente le second réservoir : celui-ci est fermé par un barrage de 77m 70 de longueur, 13m 70 de hauteur et 7m 30 d'épaisseur à la base. De ce barrage partent six conduites d'alimentation des turbines : quatre de 2m 44 de diamètre et deux de 0m 76. On a prévu le doublement du nombre de ces conduites et l'installation d'une seconde conduite de 3m 66 reliant les deux réservoirs.

L'usine est à environ 60 mètres du second barrage. Les turbines sont du type horizontal et sont montées par paires dans un tube d'aspiration commun ; elles fonctionnent sous une chute totale de 22m 85. Ce sont des turbines Victor, les plus grandes ayant 1m 22 de diamètre et une puissance de 2 100 chevaux ; les plus petites, qui actionnent les excitatrices, ont 0m 51 de diamètre et une puissance de 150 chevaux.

Les alternateurs ont une puissance de 1 400 kilowatts chacun et donnent du courant triphasé à 2 300 volts et 60 cycles par seconde ; les excitatrices sont des dynamos à courant continu de 100 kilowatts. A chaque alternateur correspondent trois transformateurs connectés en delta, qui décuplent le voltage du courant.

La sous-station à São Paulo est, en somme, contre-partie de la station génératrice. L'auteur en donne une rapide description.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

**La crise de notre marine marchande.** — M. F. Tournier, lieutenant de vaisseau de réserve, étudie, dans un article de la *Revue maritime* (juin 1900), la crise que subit depuis quelques années la marine marchande française. Après avoir montré que la puissance maritime d'un peuple doit être formée de trois facteurs essentiellement solidaires : la marine marchande, les colonies et la marine de guerre, l'auteur rappelle dans un succinct historique les phases de prospérité et de dépression traversées par notre commerce maritime. Malheureusement, bien loin de suivre le formidable élan qui se produit à l'étranger et dont l'Allemagne nous donne un remarquable exemple, notre marine marchande, jadis si florissante, et qu'aucun revers n'avait pu abattre, se voit aujourd'hui menacée de ruine complète. Sur le total de 23 268 579 tonnes auxquelles se sont élevés, en France, les transports maritimes de libre commerce en 1898, la part revenant au pavillon français n'a atteint que 5 245 669 tonnes, soit 22 ½ °/ₒ. En évaluant le fret au chiffre modeste de 25 francs par tonne métrique, on constate qu'en cette seule année, la France s'est laissé enlever par les armateurs étrangers la somme de *450 millions de francs*.

Examinant par quels moyens on peut parer à une situation aussi inquiétante, l'auteur estime que l'initiative isolée ne peut suffire à créer la flotte marchande dont notre pays a besoin et que l'intervention de l'État, se manifestant sous diverses formes, est nécessaire. Les excellents effets de la loi de 1881, accordant des primes de navigation à la marine marchande, furent de courte durée ; la loi de 1893, qui supprimait toute subvention aux navires francisés, eut pour principal effet de pousser les armateurs vers la navigation à voile, rendue insuffisante par les exigences du commerce actuel et abandonnée presque totalement par les grandes puissances maritimes. La construction des navires à vapeur en fer, qui atteignit de 1881 à 1884 la moyenne annuelle de 29 875 tonnes, tomba de 1895 à 1897 à 6 112 tonnes.

C'est dans la modification de cette loi et dans le rétablissement de la demi-prime, au moins pour quelques années, que M. Tournier voit le salut de notre marine marchande et la fin de la lutte passionnée qui se poursuit depuis vingt ans entre les constructeurs, implorant un régime de liberté qui leur permette de vivre, et les armateurs, cantonnés dans leur monopole ; il est urgent qu'un régime fécond pour tous change ces débats stériles en une concurrence effective et que notre marine marchande se développe rapidement, fût-ce par les moyens qu'employa l'Allemagne, c'est-à-dire par l'achat en tous pays, dans les meilleures conditions possibles, du matériel qui lui manque. La prospérité des chantiers nuira forcément à celle de l'armement.

L'établissement d'un régime libéral entraînera, d'après l'auteur, la création des *ports francs*, l'amélioration des rivières et des canaux, l'agrandissement et le creusement de nos grands ports.

#### HYDRAULIQUE

**De la recherche et de la captation des eaux souterraines.** — Dans la *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines*, du 20 juillet, M. Heinrich Adolf expose les méthodes suivant lesquelles doivent se faire rationnellement la recherche et la captation des eaux souterraines. Il établit les relations analytiques qui existent entre le niveau de l'eau, la pression, le débit et les dimensions des forages et des conduites, en montrant comment ces éléments varient avec le nombre de puits foncés. A titre d'exemple il décrit une installation faite pour approvisionner d'eau, par siphonnage, une usine d'Oderberg, en Autriche.

**Pression due à l'écoulement de l'eau autour de surfaces submergées.** — L'*Engineering*, des 13 et 20 juillet, reproduit une communication du professeur H. S. Hele-Shaw, à l'Institution of Naval Architects, sur la distribution des pressions dues à l'écoulement de l'eau autour de surfaces submergées, avec références, en particulier, au cas des gouvernails équilibrés.

#### HYGIÈNE

**De la distillation des ordures ménagères.** — Dans un certain nombre de villes, Hambourg et San-Francisco (1), par exemple, on a installé depuis quelques années des fours pour la combustion des ordures ménagères. Les cendres obtenues sont employées comme base dans la préparation des engrais artificiels. M. A. Bujard, dans le *Dinglers polytechnisches Journal*, du 21 juillet, estime qu'il y aurait à faire une utilisation plus rationnelle et plus rémunératrice des ordures ménagères, en les distillant dans des cornues spéciales. Il rend compte d'expériences qu'il a faites à ce sujet, au laboratoire chimique de Stuttgart.

L'installation d'essai comportait un petit four avec une cornue, un épurateur et un gazomètre de 14 mètres cubes. Les ordures ménagères étaient chargées par charges de 50 kilogrammes; la distillation durait quatre heures, donnant en moyenne $5^{m3}$ 19 de gaz. La dépense de coke pour le chauffage de la cornue était de 948 kilogr.; la température de la cornue était de 950° centigrades environ.

Les analyses ont donné les résultats moyens suivants :

*Composition des ordures °/o.*

| | |
|---|---|
| Charbon | 4,00 |
| Papiers et chiffons | 2,30 |
| Bois | 1,50 |
| Déchets organiques | 12,10 |
| Pierres | 19,50 |
| Déchets métalliques | 3,00 |
| Poussières et corps divers de faible dimension | 57,60 |

*Composition des gaz de la distillation °/o.*

| | |
|---|---|
| Acide carbonique | 19,90 |
| Éthylène | 1,50 |
| Oxygène | 0,50 |
| Oxyde de carbone | 43,30 |
| Méthane | 5,2 |
| Hydrogène | 19,30 |
| Azote | 10,30 |

Le gaz obtenu n'était pas éclairant. Sa combustion dégageait environ 2874 calories par mètre cube. Le résidu de la distillation d'une tonne d'ordures se présentait sous la forme d'une masse grise pesant environ 630 kilogr. et occupant un volume de $0^{m3}$ 80.

Appliquant ces résultats au cas particulier de la ville de Stuttgart, l'auteur montre que l'on obtiendrait environ 2 millions de mètres cubes de gaz par an, puisque les ordures ménagères peuvent être évaluées, dans cette ville, à 24000 tonnes par an. L'installation comprendrait 7 cornues produisant ensemble 570 mètres cubes de gaz, en 24 heures. L'auteur pense que ce gaz, après épuration, pourrait s'appliquer avantageusement à la production de la force motrice ou, convenablement mélangé au gaz de houille, à l'éclairage.

#### MÉCANIQUE

**Les abattoirs urbains et leurs installations mécaniques.** — Dans la *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architecken-Vereines*, du 13 juillet, M. Gustave Witz fait une étude des abattoirs urbains modernes et recherche quelles sont les installations indispensables dont il les faut pourvoir.

Après avoir passé en revue les législations qui régissent la matière, dans les divers pays, il considère chaque partie constitutive d'un abattoir et recherche quelle en est la disposition la plus rationnelle. Comparant notamment les abattoirs à pavillons multiples et les abattoirs à halle unique, commune aux diverses bêtes de boucherie, il montre la simplification que l'on réalise par la seconde disposition. Il établit à ce sujet un parallèle entre les abattoirs de quelques villes d'Autriche, notamment Asch, Warnsdorf, Bilin et Vienne.

L'auteur décrit ensuite les installations mécaniques servant au transport des viandes abattues dans les salles de réfrigération ; il insiste notamment sur les dispositifs adoptés au marché de Saint-Marx, à Vienne. Il montre comment doivent être établies les canalisations d'eau froide et d'eau chaude nécessaires au divers services. Il pense que dans la construction des abattoirs, on doit éviter l'emploi du bois, rapidement désorganisé par le contact du sang. La dernière partie de cette étude est consacrée aux traitement du sang des bêtes abattues et à l'extraction de l'albumine qui y est contenue. Il décrit également les appareils Podewils, pour le traitement des os en vase clos.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 11, p. 190.

#### MINES

**Les ressources minérales de la Nouvelle-Calédonie.** — M. L. Pelatan publie dans la *Revue universelle des Mines*, de mai 1900, une étude sur les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie. Passant tout d'abord en revue les différents terrains dont est composé le sol de cette colonie, il fait remarquer que celui-ci présente, reposant sur des terrains cristallins de l'écorce primitive très largement développés, une série sédimentaire fort incomplète mais répartie sur toute l'étendue de l'échelle géologique, depuis les terrains paléozoïques les plus anciens jusqu'aux récifs actuellement en voie de construction. Cet ensemble sédimentaire est accompagné de manifestations éruptives variées dont la plus remarquable est, sans contredit, un immense épanchement serpentineux auquel l'île a dû la fixation définitive de son relief.

L'auteur examine ensuite les différents gîtes métallifères rencontrés dans ce pays. En dehors de ses gisements de nickel qui sont incontestablement les plus considérables du monde entier, le sol de la Nouvelle-Calédonie renferme du cobalt, du chrome, du fer, de l'or, de l'argent, du cuivre, du plomb, du zinc, de l'antimoine, du manganèse, etc. Il renferme également du charbon, et les pierres de construction et d'ornement de toutes sortes y abondent.

L'or, le cuivre (souvent aurifère), le plomb argentifère et le zinc s'y rencontrent à peu près exclusivement dans les terrains primitifs du nord et du centre de l'île ; l'antimoine, le manganèse et certains gîtes cuivreux s'y trouvent dans les assises du trias, au voisinage d'épanchements de mélaphyres et de trapps ; le fer, le chrome, le cobalt et le nickel s'y sont localisés absolument dans l'immense formation des serpentines postcrétacées, avec un cortège d'éruptions secondaires de péridotites, d'euphotides, de roches feldspathiques, etc.

M. Pelatan termine son travail par quelques statistiques qui donnent une idée du développement actuel de l'industrie minière de notre colonie.

En résumé, ce petit pays, d'une superficie d'environ les $^{3}/_{5}$ de celle de la Belgique, est déjà le premier parmi les pays producteurs de minerais de nickel et de minerais de cobalt ; il vient au second rang comme pays producteur de chrome et bientôt il produira des quantités notables de cuivre et d'or. D'après l'auteur, il n'est pas douteux qu'on arrivera, d'ici peu de temps, à y exploiter avec profit, du plomb, de l'argent, du zinc, de l'antimoine, du manganèse, du fer et peut-être d'autres métaux, dont la présence a été signalée en plusieurs points de l'île, tels que le platine et le mercure.

## INFORMATIONS

### Distinctions honorifiques.

Parmi les nominations et promotions récemment faites dans l'ordre de la Légion d'honneur, nous relevons les suivantes :

*Au grade de grand-officier :*

M. Noblemaire, Directeur de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

*Au grade de commandeur :*

M. Metzger, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur des Chemins de fer de l'État.

*Au grade d'officier :*

MM. Alard, Inspecteur général des Ponts et Chaussées ; — Becquerel, Professeur au Muséum d'histoire naturelle ; — Bienvenüe, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées ; — De Basire, Inspecteur général des Ponts et Chaussées ; — Derome, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées ; — Foureau, Chef de la Mission saharienne ; — Pavillier, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur général des Travaux publics en Tunisie.

*Au grade de chevalier :*

MM. Bauthereau, Sous-Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Bernis (Pierre), Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Bochet, Ingénieur des Mines ; — Bonnet (Arthur), Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Caillez, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Cottalorda, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Denizet, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Dunand, Conducteur principal des Ponts et Chaussées ; — Faure (Louis), Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Hembert, Sous-Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Loiseau, Administrateur-Directeur de la Société de Constructions de Levallois-Perret ; — Maurice, Ingénieur en chef de la Marine ; — Pincemaille, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Pinelli, Sous-Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Prévôt, Chef du service des Travaux publics au Tonkin ; — Viennot, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

---

### Institut national Agronomique.

*Liste, par ordre de mérite, des élèves sortis en 1900 avec le diplôme d'Ingénieur agronome :*

1 Salvat ; - 2 De Ville-Chabrolle ; - 3 Perdrizet ; - 4 Guiheneuc ; - 5 Guyot ; - 6 Bertin ; - 7 Melin ; - 8 Lunet de la Malène ; - 9 Martin (Édouard) ; - 10 De Garidel Thoron ; - 11 Graux (Louis) ; - 12 Perrier ; - 13 Bonnamaux ; - 14 Ammann ; - 15 Vaillant ; - 16 Leteneur ; - 17 Lepage ; - 18 Causse ; - 19 Gros (Henry) ; - 20 Boillet.

21 Lafage ; - 22 Lièvre ; - 23 Bulharowski ; - 24 Colomb ; - 25 Dubosc ; - 26 Nègre ; - 27 Provost ; - 28 Charrier ; - 29 Ville (G) ; - 30 Taboureau ; - 31 Roger ; - 32 Bosc ; - 33 Venaize ; - 34 Thibault ; - 35 Spery ; - 36 Buttner ; - 37 Grosseteste ; - 38 Fleury ; - 39 Beucler ; - 40 Larue.

41 Hirsch ; - 42 Jungfleisch ; - 43 Regnier ; - 44 Château ; - 45 Bellettre ; - 46 Obert ; - 47 Ferry ; - 48 Andrieux ; - 49 Antoine (Georges) ; - 50 Caruel ; - 51 Bertrand ; - 52 Bernet ; - 53 Bernard ; - 54 Miquel ; - 55 Magné ; - 56 Dumas ; - 57 Boulangé ; - 58 Vincent ; - 59 Vetter ; - 60 Doutreleau.

61 Sailly ; - 62 Tassin de Charsonville ; - 63 De Catheu ; - 64 De La Chapelle ; - 65 Fontaine ; - 66 Penot ; - 67 Vieillard ; - 68 Martin (Eugène) ; - 69 Trébucien ; - 70 Antoine (Paul) ; - 71 Degoul ; - 72 Petitcollot ; - 73 Delacroix-Marsy ; - 74 De Joybert ; - 75 Lemonnier.

---

### École supérieure des Mines.

*Liste, par ordre de mérite, des élèves sortis avec le diplôme d'Ingénieur civil des Mines :*

I. — *Élèves français :* 1 Guillemot ; - 2 Lallement ; - 3 Combe ; - 4 Desprez de Gésincourt ; - 5 Amelin ; - 6 Sainte-Claire-Deville ; - 7 Jenner ; - 8 Bret ; - 9 Bidel ; - 10 Rodocanaki ; - 11 Leichnam ; - 12 Brun ; - 13 Dusuzeau ; - 14 Gay-Lussac ; - 15 Du Passage ; - 16 Germain ; - 17 Bellan ; - 18 Dinoire ; - 19 George ; - 20 Pornin.

21 Garnier ; - 22 Van de Walle ; - 23 Vatin ; - 24 Papin-Beaufond ; - 25 Capdeville ; - 26 Lemoine ; - 27 Hurault de Vibraye ; - 28 Lavauden ; - 29 Dérué.

II. — *Élèves étrangers :* 1 Sépulchre ; - 2 Diniz ; - 3 Dinopol ; - 4 Poenaur ; - 5 Jaroslawitch ; - 6 Solomjan.

---

**Exposition de 1900.** — M. A. Loreau, manufacturier, régent de la Banque de France, président du Conseil d'administration du *Génie Civil*, a été nommé membre du *Jury supérieur des récompenses* (1) comme vice-président du groupe XII, en remplacement de M. E. Gallé, démissionnaire.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 10, p. 178.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 17. **N° 950.** Samedi 25 Août 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Les locomotives à l'Exposition de 1900. Locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer du Nord français (*planche XXVII*), p. 301; F. Barbier; — Participation des puissances étrangères. Russie, p. 306; Poitevin de Veyrière. — **Physique industrielle** : Applications du pétrole à la métallurgie et à l'industrie du verre, p. 309; G. de Krivochapkine. — **Mécanique** : Évaluation de la force transmise par courroie sur les poulies de grand diamètre et à grande vitesse, p. 311. — **Variétés** : Machine à vapeur demi-fixe compound à condensation, p. 312; — Arrêtiers doubles de sûreté pour plans inclinés, p. 313. — **Exposition de 1900** : Les récompenses de l'Exposition de 1900, p. 313; — Distinctions honorifiques, p. 313. — *Nécrologie :* Auguste de Serres, p. 314. Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (13 août 1900), p. 315. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 315. — Ouvrages récemment parus, p. 316.

*Planche XXVII :* Locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer du Nord français.

## EXPOSITION DE 1900

### LES LOCOMOTIVES A L'EXPOSITION DE 1900

### Locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer du Nord français.

*(Planche XXVII.)*

Les progrès considérables réalisés récemment dans la traction des trains rapides, sur le réseau du Nord français, sont dus en majeure partie aux locomotives compound que cette Compagnie a mises en service pendant ces dernières années. Leur prototype, qui porte le n° 701 (fig. 2), a figuré à l'Exposition universelle de 1889. En présence des excellents résultats économiques fournis par cette machine d'essai, M. du Bousquet, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction, résolut de faire construire sur un programme nouveau deux autres locomotives compound à grande vitesse n°s 2121 et 2122 (fig. 3) plus puissantes que la première et s'en différenciant par les caractères principaux suivants. A la place de l'essieu d'avant radial dont était munie la machine 701, on appliqua un bogie aux deux machines susmentionnées, dans le but de faciliter leur inscription dans les courbes. Elles reçurent d'autre part, en vue d'accélérer les démarrages, un appareil permettant d'envoyer, au besoin, directement la vapeur de la chaudière dans les grands cylindres, tout en dirigeant la vapeur d'échappement des petits cylindres dans l'atmosphère. Enfin on réalisa l'accouplement des deux essieux moteurs, actionnés l'un par les mécanismes extérieurs de haute pression ; l'autre, par ceux intérieurs de basse pression. Dans la locomotive 701, les cylindres admetteurs et détendeurs occupaient des positions inverses et les roues motrices *n'étaient pas accouplées.*

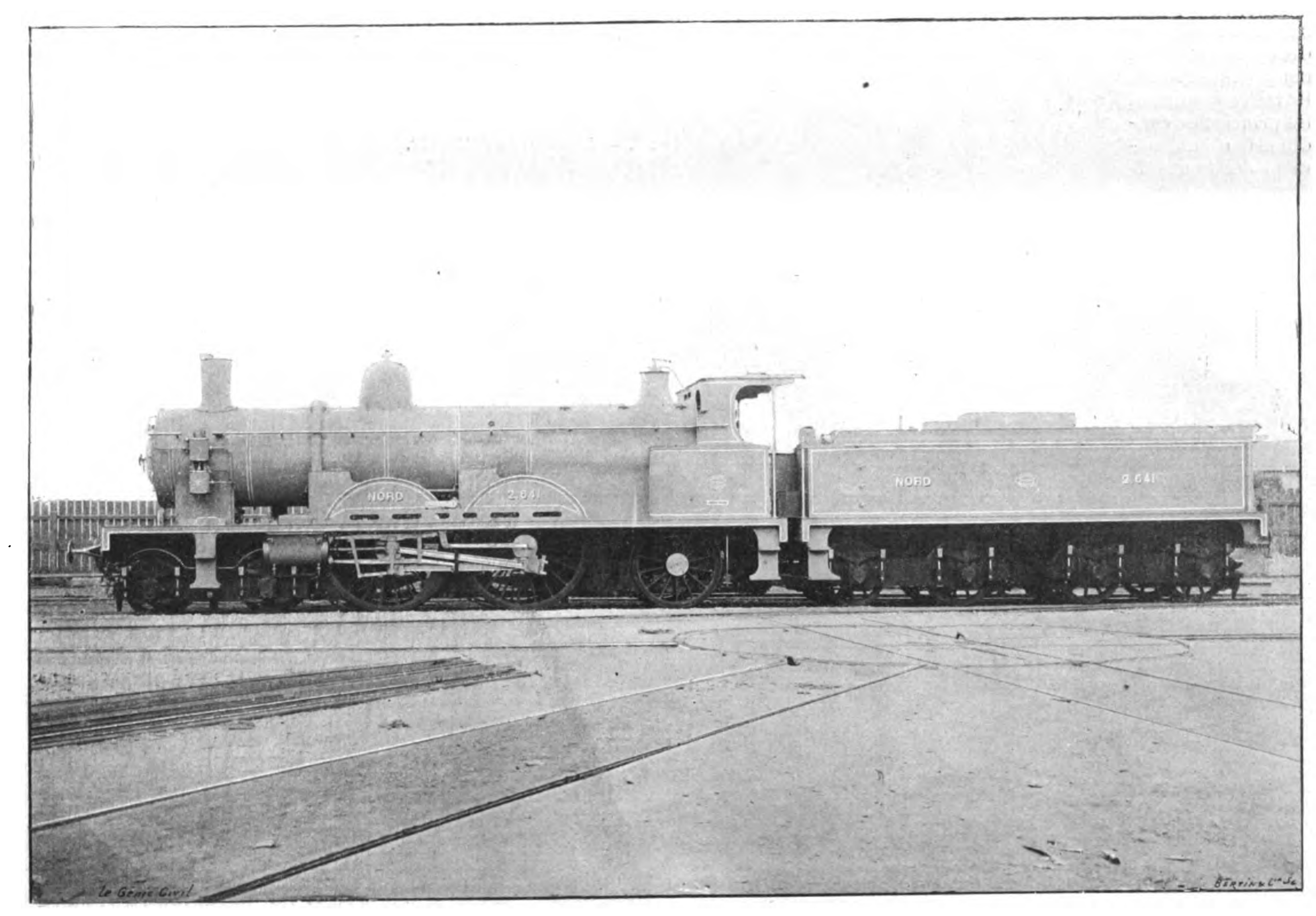


Fig. 1. — Locomotive compound a grande vitesse de la Compagnie du Nord : Vue latérale de la machine et de son tender.

Poursuivant l'exécution du programme qu'elle s'était imposé, de chercher à obtenir des vitesses croissantes, notamment sur les rampes, pour ses trains de voyageurs devenus de plus en plus lourds, la Compagnie du Nord fit construire quinze autres locomotives (série 2123-2137) différant de celles n°s 2121, 2122 par l'emploi de tubes à ailerons

système Serve, dans le but d'augmenter la production de vapeur. Vingt machines (2138-2157) analogues aux précédentes, sauf en ce qui concerne le timbre, porté de 14 à 15 kilogr., furent ensuite mises en service.

Les machines de la série suivante (2158-2180) constituent un nouveau modèle (fig. 4), par l'augmentation des proportions de la chaudière et du foyer, par l'élévation du corps cylindrique et par l'accroissement de la contenance du tender, qui repose non plus sur trois essieux, mais sur deux bogies.

La locomotive 2642, exposée à l'annexe de Vincennes, (fig. 10) est la dernière expression des perfectionnements successifs apportés à ce type. Elle est identique à la locomotive 2641, représentée figure 1. L'augmentation de la puissance de la chaudière, résultant de l'accroissement du timbre, de la surface de grille et des dimensions du corps cylindrique, entraîna une augmentation correspondante du poids, ce qui nécessita l'adjonction d'un cinquième essieu à l'arrière et le rapprochement des roues accouplées (fig. 5).

Conditions d'établissement. — A titre de comparaison, nous donnons, dans le tableau suivant, les principales conditions d'établissement des locomotives 701, 2121 et 2642, qui marquent les trois étapes principales des progrès réalisés de 1889 à 1900 dans la traction des trains express de la Compagnie du Nord, à l'aide de ses machines compound à quatre cylindres.

Ce tableau renferme également les données les plus importantes des tenders de ces trois machines.

| *Machines.* | | Loc. 701 | Loc. 2121 | Loc. 2642 |
|---|---|---|---|---|
| Surface horizontale de la grille | mèt.q. | 2,27 | 2,04 | 2,74 |
| Diamètre intérieur moyen du corps cylindrique | mètres | 1,236 | 1,260 | 1,456 |
| Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail | — | 2,150 | 2,250 | 2,520 |
| Timbre de la chaudière | kilogr. | 11 | 14 | 16 |
| Capacité totale de la chaudière | mèt. c. | 5,650 | 5,710 | 7,930 |
| Tubes à air chaud — nature | | lisses | lisses | à ailerons |
| Tubes à air chaud — nombre | | 204 | 202 | 126 |
| Tubes à air chaud — diamètre extérieur | millim. | 45 | 45 | 70 |
| Tubes à air chaud — longueur entre plaques tubulaires | mètres | 3,65 | 3,90 | 4,20 |

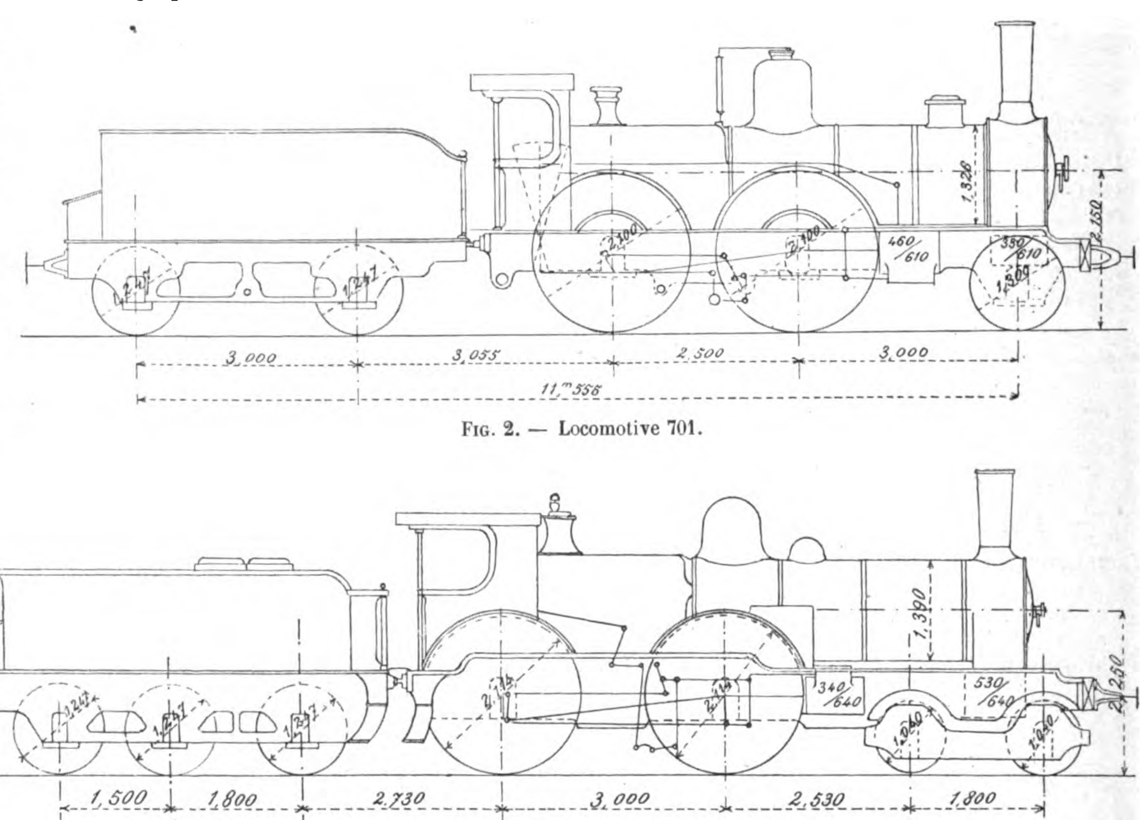



Fig. 2. — Locomotive 701.

Fig. 3. — Locomotives 2121-2122.

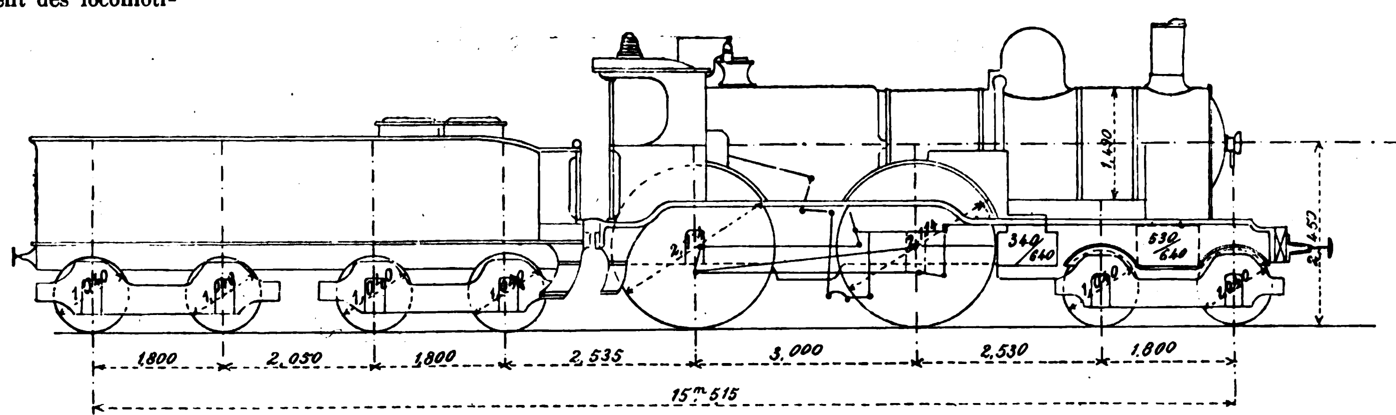



Fig. 4. — Locomotives 2158-2180.

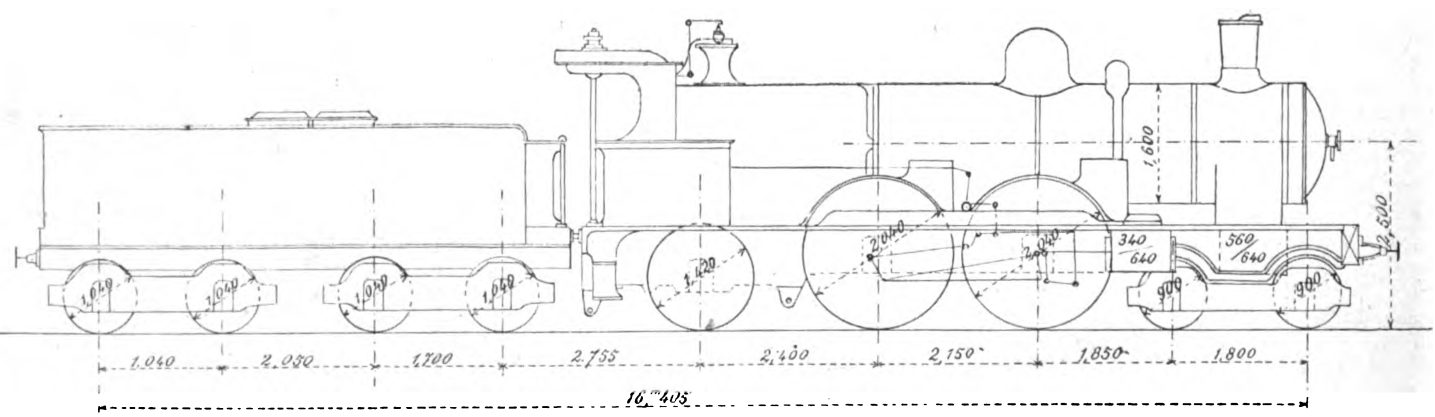



Fig. 5. — Locomotives 2641-2642.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Surface de chauffe en contact avec les gaz | du foyer | mèt. q. | 9,50 | 10,97 | 15,24 |
| | totale | — | 103,03 | 109,85 | 208,52 |
| Cylindres | diamètre des deux cylindres de haute pression | millim. | 330 | 340 | 340 |
| | diamètre des deux cylindres à basse pression | — | 460 | 530 | 560 |
| | course des quatre pistons | — | 610 | 640 | 640 |
| Nombre d'essieux | moteurs | | 2 indépend. | 2 accouplés | 2 accouplés |
| | total | | 3 | 4 | 5 |
| Diamètre au contact des roues | motrices | mètres | 2,100 | 2,114 | 2,040 |
| | du bogie | — | » | 1,040 | 0,900 |
| | porteuses | — | 1,300 | » | 1,420 |
| Empattement total de la machine | | — | 5,500 | 7,330 | 8,200 |
| Poids | à vide | kilogr. | 34 800 | 43 800 | 57 500 |
| | utile pour l'adhérence | — | 27 600 | 30 500 | 33 400 |
| | en charge | — | 37 800 | 47 800 | 64 000 |
| *Tenders.* | | | | | |
| Nombre d'essieux | | | 2 | 3 | 4 |
| Diamètre des roues au contact | | mètres | 1,247 | 1,247 | 1,040 |
| Approvisionnements | eau | mèt. c. | 11 | 14 | 20 |
| | charbon | kilogr. | 3 500 | 4 000 | 5 000 |
| Poids | à vide | — | 11 560 | 15 000 | 20 500 |
| | en charge | — | 25 360 | 33 600 | 45 500 |
| Empattement | | mètres | 3,000 | 3,300 | 5,450 |
| Longueur totale de la machine et du tender attelés, de tampon en tampon | | mètres | 14,820 | 16,440 | 18,788 |

La machine que nous décrivons ci-après a été étudiée et construite dans les ateliers de la *Société alsacienne de constructions mécaniques*, à Belfort.

Chaudière. — La chaudière, timbrée à 16 kilogr., a une capacité totale de près de 8 mètres cubes, dont le tiers est occupé par la vapeur.

La boite à feu (fig. 6) est du type Belpaire. Le corps cylindrique est constitué par trois viroles télescopiques dont les diamètres vont en croissant de l'arrière vers l'avant (fig. 1, pl. XXVII). La surélévation de l'axe de la chaudière au-dessus du rail, nécessitée par l'accroissement du diamètre de celle-ci, rend très accessibles les mécanismes intérieurs.

L'assemblage des viroles, dans le sens longitudinal, est fait au moyen de doubles couvre-joints. Elles ont une épaisseur de 17 millimètres et sont en acier doux offrant, aux essais de traction, une résistance et un allongement, sur 100 millimètres, qui sont respectivement égaux, à 42kg5 et 32 % en moyenne. Les tôles de la boite à feu ont 15 millimètres d'épaisseur et la plaque tubulaire d'avant, 25 millimètres; elles sont en acier extra-doux, répondant aux conditions moyennes d'essais suivantes : résistance 38 kilogr. allongement sur 100 millimètres 34,5 %. Tous les rivets sans exception sont en fer fin.

Le foyer est en cuivre rouge; il est relié aux parois latérales de la boite à feu par des entretoises en cupro-manganèse, amincies dans leur partie moyenne, et au ciel, par des tirants en fer, dont les deux premières rangées sont à dilatation libre. Le foyer est muni d'une voûte en briques; la grille est inclinée et possède un jette-feu à l'avant.

La boite à fumée, de grandes dimensions, est fermée par une porte en forme de calotte sphérique qui offrira à l'air une résistance moindre qu'une paroi plane. Les tubes à ailerons, du système Serve, sont en acier doux; ils ont été rivés à leurs extrémités, après mandrinage dans les plaques.

L'alimentation est assurée par deux injecteurs Friedmann à réamorçage automatique et à débit variable de 9mm5 et de 10mm5. Le régulateur, à double tiroir, est placé dans le dôme. Les soupapes de sûreté, montées vers l'arrière de la boite à feu, sont à charge directe; leur diamètre est de 80 millimètres.

Cylindres et mécanismes de propulsion. — Les cylindres à vapeur sont au nombre de quatre, dont deux à haute pression, placés à l'extérieur des longerons et deux à basse pression, situés à l'intérieur, sous la boite à fumée (fig. 2, pl. XXVII). Le rapport des volumes des grands et des petits cylindres est de 2,71. Les tuyaux d'admission, dont le diamètre est de 95 millimètres, les boites à vapeur, ainsi que le réservoir intermédiaire, ont été prévus aussi grands que possible. La capacité du *receiver* est d'environ deux fois celle des petits cylindres réunis; la pression y est limitée à 6 kilogr. par une soupape de sûreté.

Les pistons, en acier moulé, sont munis de segments en fonte logés dans deux gorges circulaires isolées. Ceux des grands cylindres sont guidés à l'avant par une contre-tige.

Les manivelles motrices de basse pression sont calées à 180° de celles de haute pression. Cette disposition a permis de diminuer les contrepoids des roues, en n'équilibrant que les masses animées d'un mouvement de rotation, à l'exclusion de tout organe alternatif. La valeur des efforts perturbateurs verticaux est ainsi réduite au minimum.

Distributions et appareils de démarrage. — Les mécanismes de distribution de haute et de basse pression appartiennent au système Walschaert. Ils sont reliés à deux vis de changement de marche montées sur le même axe et manœuvrables par le même volant. Ces vis peuvent, à la volonté du mécanicien, être rendues solidaires ou indépendantes, au moyen d'un ingénieux dispositif d'enclenchements, de manière à

Fig. 6. — Demi-coupes transversales par la boite à fumée et par le foyer.

pouvoir établir entre les crans de marche la relation qu'il juge la plus favorable à la bonne allure de la machine.

Les tiroirs en bronze sont du type ordinaire, à coquille. Dans le but d'éviter toute exagération de la compression dans les cylindres, particulièrement aux grandes vitesses, on a donné aux tiroirs un *découvrement* intérieur de 3 millimètres, pour ceux de haute pression et de 5 millimètres, pour ceux de basse pression. En outre, des espaces morts respectivement égaux à 14 et à 9 % des volumes engendrés par les pistons, ont été prévus dans les petits et dans les grands cylindres.

Pour faciliter les démarrages, le mécanicien a la faculté : 1° d'introduire directement dans le réservoir intermédiaire, au moyen d'une prise spéciale sur la chaudière, de la vapeur vive; 2° d'intercepter la communication entre les deux groupes de cylindres et de dériver la vapeur d'échappement des petits cylindres en l'envoyant dans l'atmosphère, sans passer dans le réservoir intermédiaire. On supprime ainsi la contre-pression très élevée qui s'exerce normalement derrière les petits pistons, pendant la marche en compound. La séparation des échappements s'obtient par la manœuvre d'obturateurs à lanterne, placés sur les tuyaux de communication des petits et des grands cylindres et qui sont mis en mouvement à l'aide d'un servo-moteur, mû par l'air comprimé emprunté au réservoir du frein.

Le dispositif précédent permet de réaliser les marches suivantes :

1° En compound, ce qui est le fonctionnement ordinaire;

2° En simple expansion, avec deux groupes de cylindres indépendants, recevant de la vapeur à des pressions respectives de 16 et de 6 kilogr., pour les démarrages difficiles;

3° Avec les petits cylindres seuls, en cas d'avarie survenant aux cylindres ou aux mécanismes de basse pression;

4° Avec les grands cylindres seuls, en cas d'avarie aux cylindres ou aux mécanismes de haute pression.

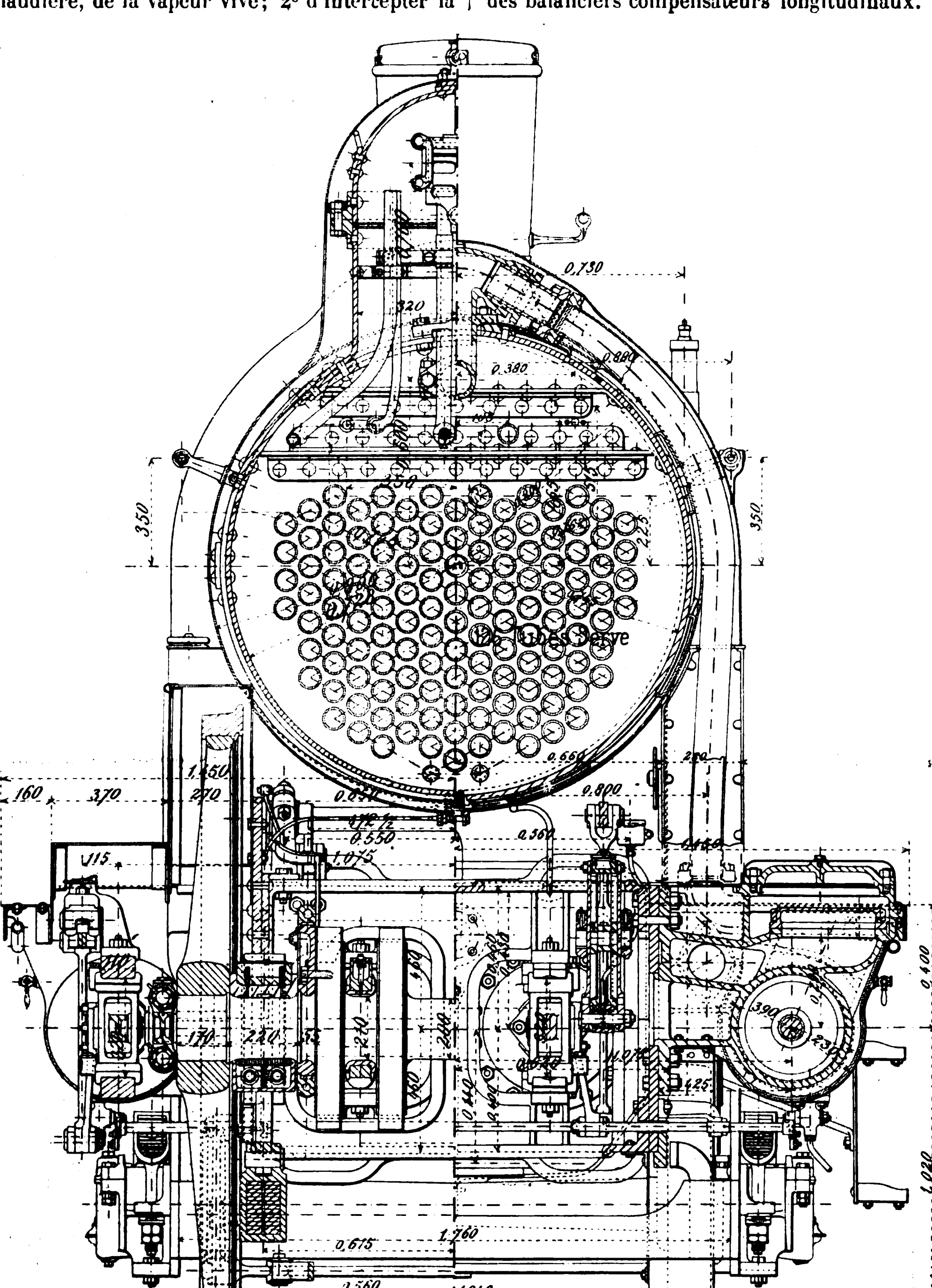



Fig. 7. — Demi-coupes transversales par l'essieu coudé et par les petits cylindres.

Châssis et roues. — Le châssis est constitué essentiellement par deux longerons, intérieurs aux roues, en acier extra-doux soudable, de 30 millimètres d'épaisseur, entretoisés à l'aplomb du bogie, par les cylindres de basse pression, à l'endroit des petits cylindres, par un caissonnement en acier moulé, supportant les glissières des têtes de pistons et les coulisses des mécanismes extérieurs, enfin à l'arrière, par un caisson en tôles et cornières assemblées (fig. 2, pl. XXVII).

Le bogie a un déplacement latéral de 40 millimètres de chaque côté, réglé par des ressorts hélicoïdaux (fig. 6); les longeronnets de son châssis, extérieurs aux roues, sont entretoisés par le support en acier moulé de la crapaudine du pivot et des sièges de rotules.

Le troisième essieu, qui est actionné par les mécanismes intérieurs, est du type Worsdell à manivelles circulaires (fig. 7); il est en acier à canon trempé à l'huile donnant, aux essais de traction, une résistance de 50 kilogr. par millimètre carré et un allongement de 20 %, mesuré sur une longueur de 100 millimètres.

Le quatrième essieu, actionné par les mécanismes extérieurs, est droit; il est en acier Martin, ainsi que les essieux porteurs.

La distance entre les essieux moteurs est assez faible (2m 150) afin de réduire au minimum la longueur des bielles d'accouplement. Tous les ressorts de suspension, sauf ceux du bogie, sont conjugués par des balanciers compensateurs longitudinaux. Toutes les roues sont en fer forgé, à rayons, munies de bandages en acier dur.

Une sablière à vapeur agit à l'avant des quatre roues motrices. Celles-ci sont freinées, ainsi que les roues de l'essieu d'arrière. Le frein est du système Westinghouse à action rapide.

Ajoutons, en dernier lieu, que la machine est munie d'un sifflet électro-automoteur, avec brosse de contact et des appareils de chauffage par la vapeur. La cabine-abri est assez vaste et confortable; la toiture, revêtue intérieurement de bois, est munie d'une lampe pour l'éclairage général.

Tender. — Le tender (fig. 8 et 9) peut contenir 20 mètres cubes d'eau et 5 tonnes de combustible. Il est porté par deux bogies dont les huit roues sont freinées. La connexion entre la locomotive et le tender se fait au moyen d'une cheville d'attelage sur laquelle est articulée la chape d'un ressort à lames horizontal, dont les extrémités servent de butée aux tampons; cette disposition facilite l'inscription dans les courbes.

Pour 25 tonnes d'approvisionnements, le poids de ce véhicule est, à vide, de 20 500 kilogr., alors que pour 23 tonnes d'eau et de charbon, le poids des tenders de la série précédente (2161-2180) était à peu près le même, soit 20 030 kilogr.; l'utilisation des matériaux a donc été meilleure.

Il est à noter que le tender de la locomotive 2642 est moins long que celui des machines 2161-2180, quoique la capacité de ses caisses à eau soit plus grande, mais par contre il est plus haut. On a été amené à réduire son empattement de telle façon que la distance entre les essieux extrêmes de la machine et du tender attelés, n'excèdent pas la longueur maximum permettant à l'ensemble de ces deux véhicules de tourner sur les plaques de 17 mètres de diamètre, dont sont pourvus les principaux dépôts de locomotives du réseau du Nord.

L'intervalle entre le tender et le fourgon de tête est aussi réduit que possible, afin de diminuer l'influence, sur la résistance à la trac-



tion, que produisent toujours, notamment aux grandes vitesses, les remous de l'air entraîné dans le mouvement du train. Les tampons

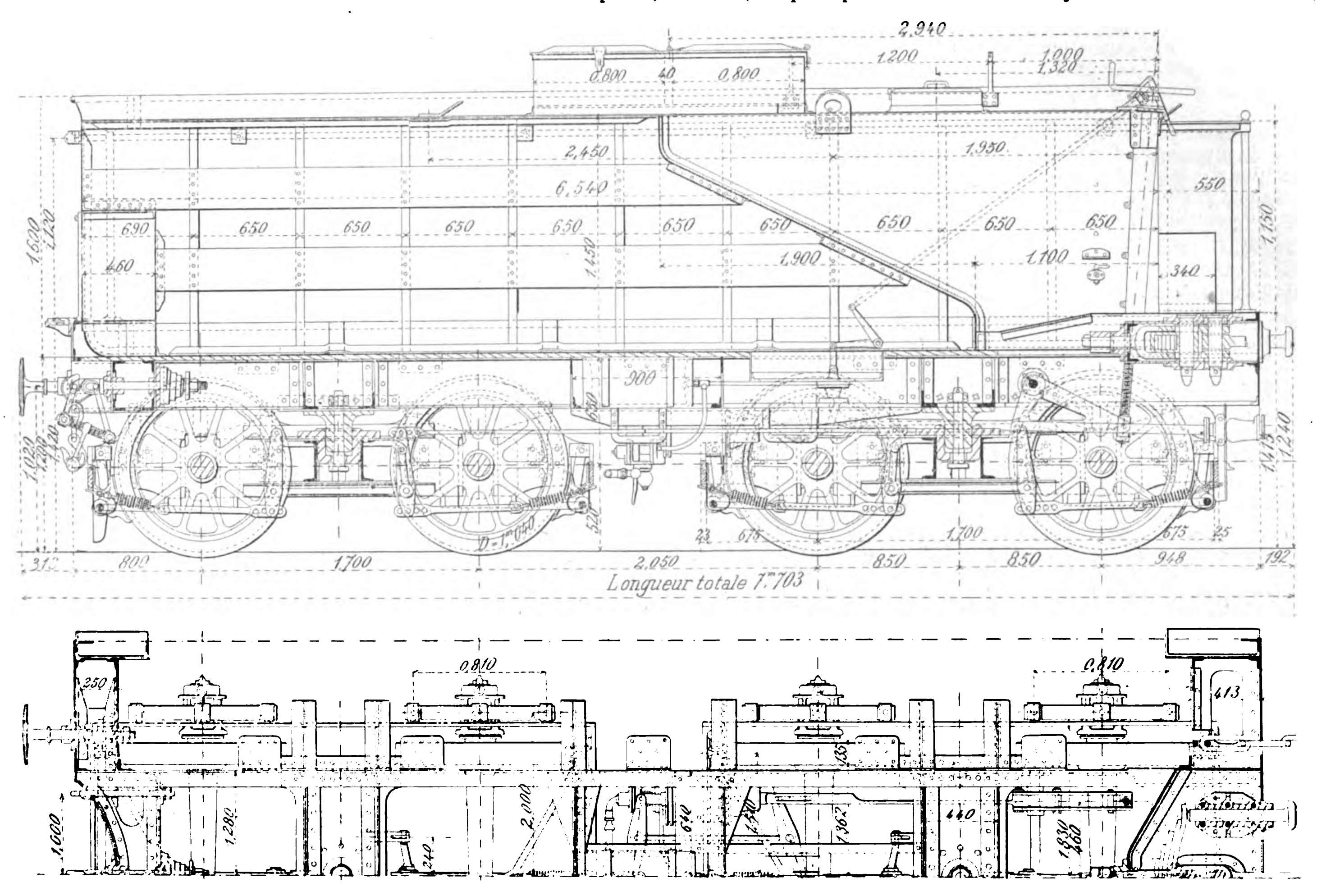



FIG. 8 et 9. — Coupe longitudinale du tender et demi-plan montrant le châssis et la timonerie.

ne font saillie que de la quantité strictement nécessaire, sur la paroi verticale d'arrière du tender.

La Compagnie du Nord vient de mettre en essais, sur son réseau, une deuxième machine (n° 2641) (fig. 1) du même type que celle qui figure à l'Exposition de Vincennes. Il serait prématuré de consigner ici les excellents résultats qu'elle a déjà donnés. Nous mentionnerons seulement les conditions dans lesquelles elle a remorqué récemment un train d'expérience de 300 tonnes de matériel à bogies, entre Paris et Tergnier, distants de 131 kilom. Le trajet s'est accompli, sans arrêt, en 1 h. 18′ 20″, ce qui fait ressortir la vitesse moyenne à 100km34 à l'heure. Sur les rampes de 5 millimètres qui existent entre Pierrefitte et Survilliers, cette vitesse s'est maintenue à 88 kilom. environ, sur une distance de 18 kilom.; l'effort correspondant au crochet du tender était d'environ 2 700 kilogrammes.

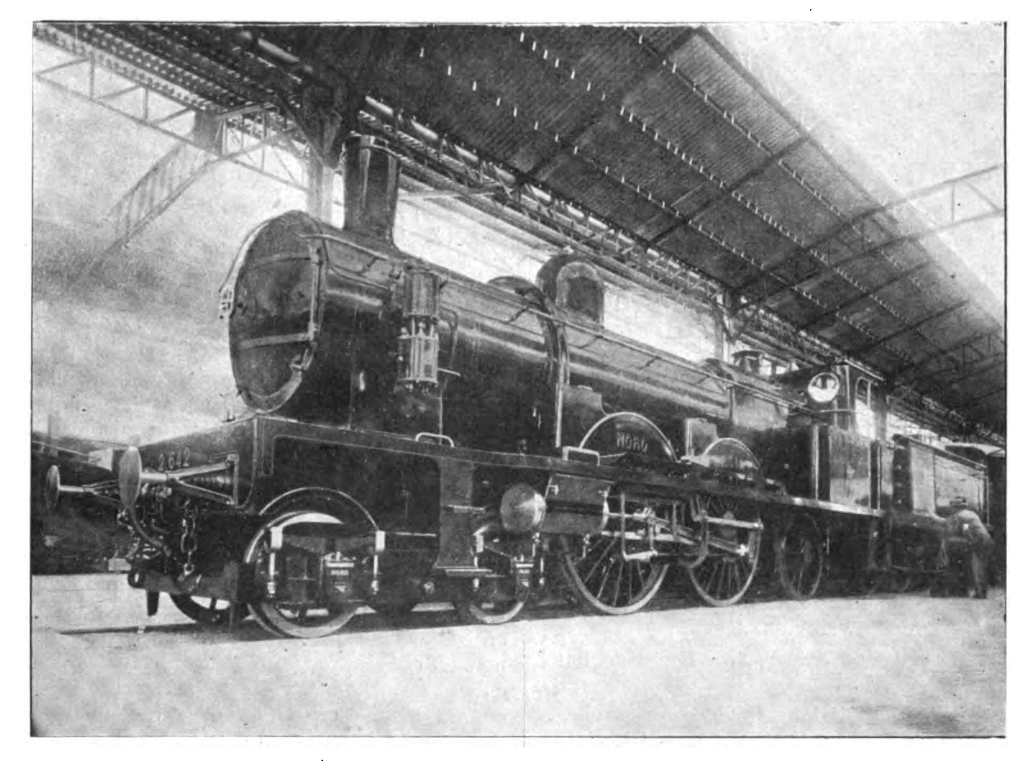


FIG. 10. — LOCOMOTIVE COMPOUND A GRANDE VITESSE DE LA COMPAGNIE DU NORD : Vue de la locomotive 2642 à l'Exposition de Vincennes.

Un train notablement plus léger (170 tonnes), remorqué ces jours-ci *en service courant* par la même machine, a franchi la distance qui sépare Paris de Chantilly, laquelle est de 41 kilom., en vingt-quatre minutes, ce qui représente une vitesse moyenne de 102km5 à l'heure, sans défalcation du temps perdu par le démarrage au départ, ni par le ralentissement à l'arrivée. La rampe de 5 millimètres susmentionnée a été gravie, sur 18 kilom. de longueur, à une vitesse variant de 96 à 101 kilom. et, sur les 13 kilom. de pente de 5 millimètres qui précèdent Chantilly, la vitesse s'est maintenue sans difficulté à 120 kil. à l'heure, maximum autorisé par les règlements, mais qui aurait pu être aisément dépassé, car la machine était encore fort éloignée de sa puissance limite et la pression dans la chaudière ne subissait que peu de variations.

Sans paraître trop optimiste, en présence des résultats certainement très remarquables que cette nouvelle locomotive a fournis et qu'elle est appelée surtout à donner dans l'avenir, nous croyons qu'il est permis d'avancer que ce type de machine, par ses qualités de souplesse et surtout de puissance, se place au premier rang des locomotives à grande vitesse du continent européen.

F. BARBIER,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## PARTICIPATION DES PUISSANCES ÉTRANGÈRES

**Toutes les puissances ont tenu à honneur de répondre à l'appel de la France, les convoquant à l'Exposition universelle de 1900, et dans ce rendez-vous de la Science, des Arts, de l'Industrie, du Commerce et de toutes les différentes branches tendant au développement de la civilisation, chacune d'elles occupe une place remarquable et a tenu à montrer les progrès qu'elle a réalisés dans ces dernières années.**

**Nous nous proposons de passer rapidement en revue dans le *Génie Civil* les principales expositions des différentes nations, afin de montrer l'importance que chacune d'elles a donnée à sa participation à la grande manifestation artistique et industrielle de 1900.**

### RUSSIE

**Pavillon du Trocadéro.** — La Russie, contrairement aux autres grandes puissances, n'a pas construit de palais spécial dans la rue des Nations, mais elle a fait édifier au Trocadéro un immense palais, généralement désigné sous le nom de Pavillon de l'Asie russe, qui contient une exposition très variée des différentes productions du pays.

Cette construction (fig. 1 à 4) due à M. R. Meltzer, architecte russe, rappelle l'architecture byzantine romaine du Kremlin de Moscou. Sur la plus élevée des trois tours, qui a une hauteur de 46 mètres, se trouvent des cloches provenant de la fabrique Samguine. Les fresques sont dues à M. Korovine, qui s'est inspiré des mœurs et des coutumes des populations de ces lointains pays.

A gauche de l'entrée principale (fig. 1) se trouve un salon de réception richement orné et meublé dans le style des anciennes demeures des boyards russes.

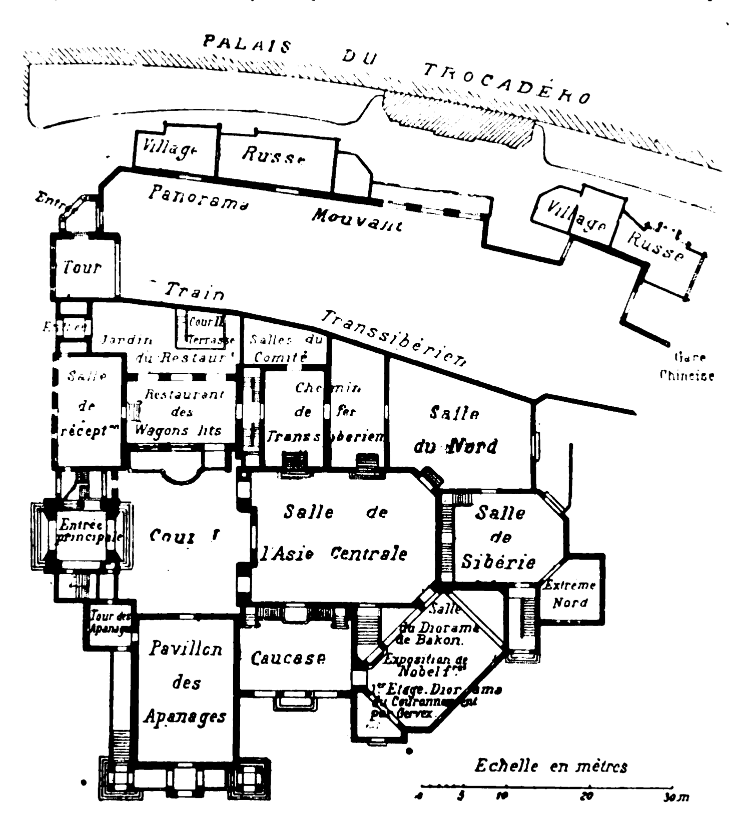



Fig. 1. — Plan général du Pavillon de l'Asie russe.

Après avoir traversé un jardin suivi d'une terrasse, on pénètre dans la salle de l'Asie centrale qui renferme une exposition on ne peut plus variée : meubles et tapis d'Orient ; collections de toutes sortes, donnant une idée des richesses naturelles du pays ; échantillons de minéraux et des espèces forestières du Turkestan et du Caucase : spécimens de cotons dont la culture est considérable en Russie ; collections relatives à l'art et à la musique indigènes ; objets divers en métaux ciselés : soieries, tapis remarquables par la finesse des broderies, etc. On remarque aussi dans cette salle les tissus d'or, les broderies et les joyaux, exposés dans une vitrine spéciale, par l'émir de Boukhara.

On pénètre ensuite dans l'exposition de tous les documents relatifs au chemin de fer transsibérien, et qui sont contenus dans trois salles contiguës. On y remarque des échantillons de matériaux rencontrés dans les divers terrains traversés par ce chemin de fer, des cartes, levés de plans, photographies, dessins divers, donnant tous les renseignements techniques désirables.

Dans des ouvrages à la disposition du public, on peut suivre l'évolution des chemins de fer russes : il y a vingt ans, le réseau russe se chiffrait par 30 000 kilom. de voies ferrées, dont 6 500 kilom. seulement appartenaient à l'État ; il atteint maintenant, non compris les lignes en construction ni celles d'intérêt local et à voie étroite, plus de 48 000 kilom. ; la plus grande partie de ces lignes appartient à l'État, les Compagnies privées n'en possédant que 14 500 kilom. On évalue à plus de 3 000 kilom. les lignes en construction.

L'œuvre la plus considérable, pendant ces derniers temps, est le grand Transsibérien dont le *Génie Civil* a, à diverses reprises, décrit l'état d'avancement des travaux [1]. Commencée en 1891, sa construction se poursuit toujours et, après neuf années de travail, 5 400 kilom. ont été couverts de rails, soit une moyenne de 600 kilom. par an ; lorsque cette ligne sera terminée, en y comprenant le chemin de fer en Mandchourie et tous les divers embranchements, son développement sera de 8 870 kilomètres.

Parmi les dessins des travaux d'art, on remarque le pont en fer sur le Yénisseï, dont la longueur totale est de 850 mètres et dont chaque travée mesure 150 mètres.

Lorsque la ligne sera entièrement terminée, on se rendra, de Londres ou Paris à Shanghaï, en 16 jours au lieu de 34, durée actuelle du voyage, et le prix du passage sera de 860 francs en 1re classe, au lieu de 2 450 francs.

Adossé au pavillon officiel, se trouve un immense couloir dans lequel la Compagnie des Wagons-Lits a exposé trois wagons-restaurants du type appelé à circuler sur le Transsibérien (fig. 1). Devant ces voitures, dans lesquelles on peut séjourner et prendre des repas, se déroule un panorama représentant successivement les principaux paysages que rencontre le tracé du Transsibérien entre Moscou et Pékin. Ce panorama, dû à M. Piassetski, est constitué par une immense toile de 220 mètres de longueur qui se déplace devant les spectateurs avec une vitesse de 5 mètres par minute. Pour compléter l'illusion, en avant de cette toile se déplacent avec des vitesses d'autant plus grandes qu'ils sont plus rapprochés, trois autres plans figurant des paysages moins éloignés des spectateurs.

Après les pièces consacrées au grand Transsibérien, se trouve une petite salle dite salle du Nord, contenant des collections variées, ayant trait à la vie et aux mœurs des peuplades ostiaques et samoïèdes, ainsi qu'un plan en relief du cours du fleuve Obi.

Une deuxième salle, attenante à celle de la Sibérie, contient les produits provenant de l'Arkhangel et du nord-est extrême de la Sibérie. Les panneaux qui décorent les murs de cette salle représentent des vues de l'extrême nord, le soleil de minuit, des villages de pêcheurs et des troupeaux de loutres ; on y voit aussi exposées des fourrures blanches de cerfs et d'ours polaires d'une grande valeur, ainsi que d'autres pelleteries très recherchées.

Dans la salle dite de la Sibérie, se trouvent les collections appartenant à l'empereur ; on remarque les vases rouges d'Orletz, qui sont très rares et, par suite, fort recherchés ; on y voit des échantillons de houille, d'espèces forestières des plus variées, des minéraux et on admire la richesse de la collection du prince Oukhtomsky, se composant d'objets divers consacrés au culte de Bouddha.

Au fond de cette salle et dans une grotte, on a exposé une riche collection de pierres précieuses venant de l'Oural, chrysolites, alexandrites, émeraudes, etc., et différents objets en malachite.

Sur les panneaux de cette salle, sont représentés des paysages de la Sibérie, des vues de forêts vierges, des rives du Yénisseï, de la mer polaire et des îles Commandor. A l'étage au-dessus, se trouve le diorama de M. Gervex, représentant le couronnement de l'empereur Nicolas II.

Dans la salle du Caucase, à droite de l'entrée principale de l'Asie centrale, se trouvent un panorama de la chaîne du Caucase et de nombreux albums contenant des vues de ce pays ; des collections ethnographiques, des spécimens d'instruments de musique, vaisselles, vêtements, ainsi que quelques objets de luxe, de l'argenterie, notamment, placés dans des vitrines spéciales ; l'attention est aussi attirée sur des collections de produits agricoles, et sur les plantations de thé de la maison Popoff.

Descendant par un escalier vers la façade sud parallèle à la Seine, on entre dans les salles du pavillon dit « des Apanages ».

Dans ces salles, l'exposition est très variée. On y admire des collections très remarquables de pierres précieuses, préparées par la manufacture impériale de Peterhof, des productions des domaines impériaux : coton, thé, arboriculture, essences forestières, vins, sucre, etc. ; on pénètre ensuite dans une petite salle, sorte de *buen retiro*, où l'on ne peut qu'admirer les tentures murales brochées en brocart et soie, d'après les dessins de M. Meltzer.

A la suite du pavillon dit « des Apanages » se trouvent les salles consacrées à l'exposition de MM. Nobel frères, relative à l'exploitation du naphte et de ses dérivés.

Dans cette exposition on remarque un grand plan en relief ainsi que les aménagements des usines de Bakou, celles établies à Anvers, Genève, etc. Sur les murs des salles, des tableaux représentent les chantiers et installations diverses pour retirer le naphte des puits, et

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 9, p. 135 ; t. XXXI, n° 20, p. 309 ; t. XXXIV, n° 12, p. 177.

une carte intéressante montre le district pétrolifère du grand plateau de Bibi-Eybat.

De nombreuses photographies reproduisent des vues des usines et des installations diverses de cette grande Société, qui n'a pas d'égale dans le monde entier.

Avant de quitter le Pavillon de la Russie pour parcourir les différents groupes où elle a exposé, nous signalerons les paysages dus aux pinceaux de MM. Jambon et Bailly, et qui sont la fidèle reproduction des sites intéressants de la grande ligne du *Pacifique russe*. Nous mentionnerons aussi le village russe adossé aux murailles du Kremlin, où l'on voit une exposition des produits de la petite industrie, auxquels s'emploie le paysan russe pendant les longs mois d'hiver, et qui améliorent son bien-être.

Fig. 2. — Vue générale du Pavillon de l'Asie russe au Trocadéro.

Enfin, la petite église russe qui représente la copie d'une antique église en bois, du nord de la Russie, contient des objets en usage dans la religion orthodoxe : encensoirs, chasubles, images saintes, etc., dus aux moines et aux religieuses ; divers autres produits se remarquent dans une salle contiguë représentant une habitation de boyards russes au XVII<sup>e</sup> siècle, et une autre salle contient les spécimens des différents travaux exécutés par les ouvroirs russes patronnés par l'Impératrice.

Fig. 3. — Vue de l'entrée principale et de la grande tour du Kremlin.

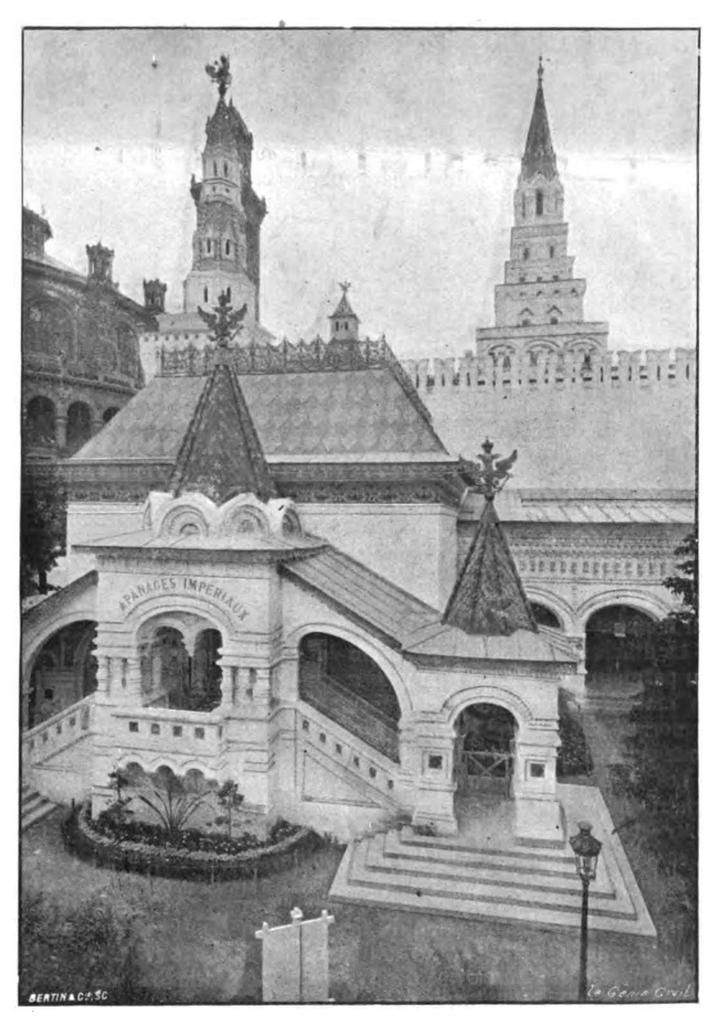


Fig. 4. — Vue de l'entrée de la salle des Apanages impériaux.

En dehors de cette exposition si variée du Pavillon du Trocadéro, et qui dépeint pour ainsi dire la vie intime de cette nation, la Russie a exposé dans tous les groupes qui constituent le classement général de l'Exposition. Nous signalerons rapidement la part prise par la Russie dans les groupes qui intéressent plus particulièrement les lecteurs du *Génie Civil*, la description plus détaillée des produits et machines devant être faite dans les comptes rendus généraux des différentes classes.

**Expositions diverses de la Russie.** — Groupe I. — Dans le groupe consacré à l'éducation et à l'enseignement, on ne peut que constater les résultats importants obtenus par l'instruction publique dont les méthodes ont été très perfectionnées. Le nombre croissant des établissements dénote les tendances du peuple à l'élèvement de son niveau intellectuel ; des tableaux statistiques indiquent le développement de toutes les grandes écoles : techniques, professionnelles, industrielles et commerciales.

GROUPE III. — On remarque particulièrement dans l'exposition des objets composant ce groupe, les presses de M. I. Goldberg, qui fonctionnent chaque jour, et les travaux chromolithographiques sur métal de la maison Jacquot ; on y voit également des instruments de musique, de photographie, de chirurgie ; des aquarelles du peintre décorateur Chichkov, formant une collection artistique des plus remarquables.

GROUPES IV et V. — L'exposition de la Russie, dans la *Mécanique* et l'*Électricité*, occupe une superficie de 850 mètres carrés, elle permet de constater les progrès rapides faits par cette nation dans le domaine de la mécanique appliquée à l'industrie. On y constate des machines de toutes sortes, moteurs à vapeur, générateurs, des appareils spéciaux, tels qu'une lessiveuse sphérique rotative employée dans la fabrication du papier pour le traitement des chiffons ; des pompes à incendie, divers moteurs à pétrole, etc.

A l'annexe de Vincennes, l'exposition russe se compose de cinq locomotives, deux voitures de 1re classe, une de 2e classe, une de 3e classe, un wagon-glacière et deux wagons-citernes pour le transport du naphte.

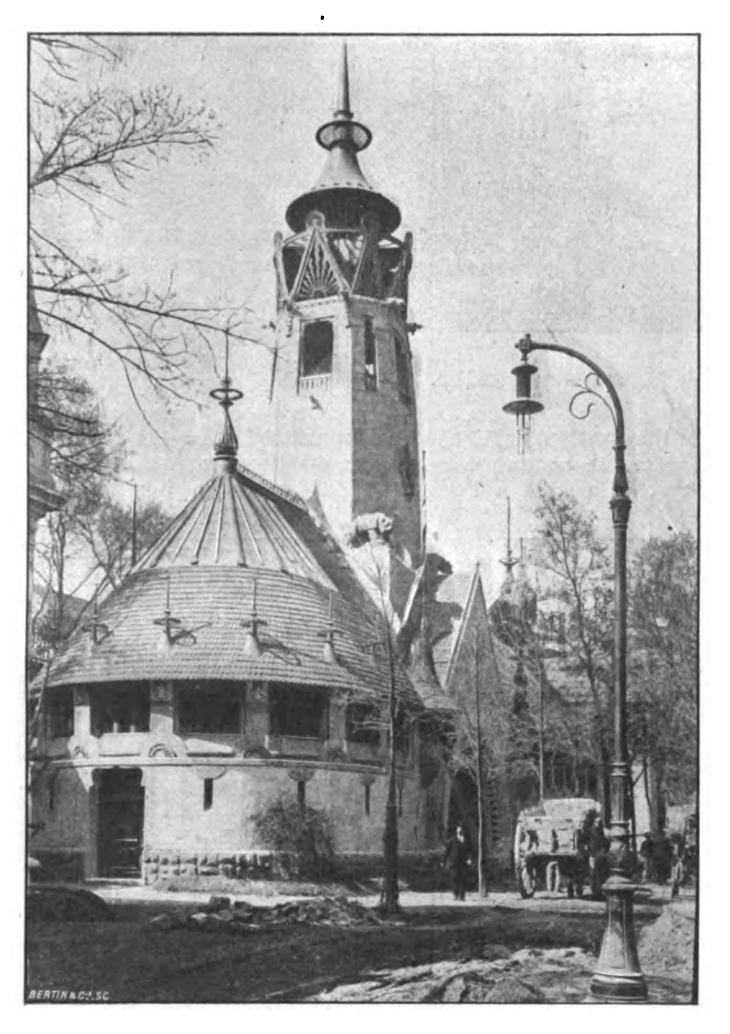


FIG. 5. — Vue du Pavillon de la Finlande.

La différence d'écartement entre les voies russes et françaises n'a pu permettre de donner une plus grande extension à cette exposition, ce matériel ayant dû être transporté par mer, de Libau à Rouen, remorqué sur chalands jusqu'à Paris, et chargé ensuite sur camions pour arriver à Vincennes.

Les wagons pour voyageurs sont munis de cabinets de toilette, éclairés au gaz ou à l'acétylène, et présentent tout le confort désirable pour voyager dans les pays froids ; les locomotives sont de divers types et sont généralement chauffées au naphte, système qui n'est encore presque pas employé dans les autres parties de l'Europe.

GROUPE VI. — L'exposition du *Génie civil et Moyens de transport* est faite en grande partie par les soins du Ministère des Travaux publics de l'empire. On y remarque des types de môles, de dragues marines et fluviales, de digues, etc. Beaucoup de plans photographiques, de modèles de ponts et autres travaux d'art y figurent également. L'attention est attirée sur les moyens employés en Russie pour protéger les voies ferrées contre l'envahissement des neiges, et de plus, sur les différents modèles de matériel employé pour le chauffage et l'alimentation des locomotives au moyen du naphte ; un ouvrage classique de M. Werkhovsky expose avec les plus grands détails, l'historique du développement des chemins de fer en Russie depuis les origines jusqu'en 1898.

Dans le *Palais de la Navigation de Commerce* se trouvent exposés des types de bateaux primitifs et modernes du bassin de la Volga, une maquette d'un navire brise-glace, d'une force de 2 000 chevaux indiqués, des appareils de sauvetage, et divers objets provenant du Yacht-Club de la Néva.

GROUPE IX. — L'*exposition des Forêts, de la Pêche et des Cueillettes* a été organisée par les soins de M. Philippoff et ses collaborateurs qui ont apporté un très grand soin à la description des procédés d'exploitation dans le classement des différentes essences de bois et des différentes industries forestières. Les pins, les mélèzes et les chênes dominent parmi les espèces exposées. On y trouve un chêne dont le diamètre est de 38 verchocks, soit 1m75 ; on voit aussi des échantillons de bois sciés, de bois ouvrés, les produits de la distillation du bois, des résines, etc.

La classe 54 de ce groupe *(Cueillettes)* contient les produits les plus variés : matières premières servant aux produits pharmaceutiques, etc., etc. Dans la classe 53 *(Pêcheries)* se trouve une collection d'engins relatifs à cette industrie, représentée en Russie par d'importantes entreprises privées.

Mentionnons, derrière le Palais des Forêts, le Pavillon de la *Régie des Boissons* (monopole de vente de l'alcool). Cette construction est due à M. Zeidler, architecte russe. L'installation des divers appareils permet de suivre la fabrication de ce produit que l'État achète, rectifie et vend dans des débits spéciaux qui ont remplacé l'ancien cabaret.

GROUPES VII ET X. — *Alimentation et Agriculture*. — La façade principale de l'emplacement affecté à l'Agriculture (près la Salle des Fêtes), est ornée de colonnes en céréales, figurant les récoltes moyennes du froment, du seigle, etc., et l'importance de l'exportation de ces céréales à l'étranger ; mentionnons la culture de la betterave, la fabrication importante du sucre raffiné, assez apprécié en Europe, la confiserie russe, le chocolat, qu'une machine de la maison Bormann, mue par l'électricité, fabrique sous les yeux des visiteurs. A citer aussi les pains d'épices nationaux provenant des fabriques les plus réputées de Zoula, de Viazma et de Tver.

GROUPE XIII. — Après la France, la Russie possède dans le Palais des *Fils, Tissus et Vêtements*, le plus grand emplacement, et cet emplacement est cependant insuffisant pour ses diverses expositions.

Les cotons russes forment une des notables productions du pays ; la quantité obtenue se chiffre annuellement par un milliard 150 millions de francs ; des établissements considérables, employant jusqu'à 15 000 ouvriers, fabriquent les indiennes imprimées, les tissus brochés, le rouge d'Andrinople, les batistes de fantaisie, etc., etc. Ces usines produisent annuellement, 25 millions de pièces de cotonnades, chiffre supérieur à celui de la production du reste de l'Europe.

La soie est une industrie séculaire en Russie, aussi, admire-t-on des tissus remarquables sortant des fabriques de Moscou, des manteaux de sacre des souverains, des soieries diverses, des brocarts de velours, et la canetille, fil métallique très recherché à l'étranger.

GROUPE XI. — Dans le Palais des *Mines et de la Métallurgie*, l'exposition russe est située entre l'Allemagne et la Belgique. Des spécimens nombreux et variés, des collections précieuses attirent l'attention d'une manière particulière, ainsi que l'exposition de l'industrie aurifère, à laquelle, M. l'Ingénieur Perré a fait faire un grand pas, avec sa machine pour le traitement de l'or ; l'industrie du naphte, dont la Russie fait un si grand usage, comme moyen de chauffage, est exposée, comme nous l'avons déjà vu, par la maison Nobel frères, dans le Pavillon du Trocadéro.

On remarque avec intérêt les expositions de divers métaux des Sociétés de Briansk, de Huta-Bankova, des usines métallurgiques de l'Oural, exploitées par l'État, celles du prince Demidof San Donato, etc., etc. Citons les fontes artistiques et moulées de l'usine de Kychtim, les armes et autres produits des établissements de Zélatooustof, appartenant à l'État.

GROUPE XIV. — Les *Produits chimiques* de la Russie sont représentés par plus de 100 expositions particulières, occupant une surface de 680 mètres carrés.

En venant du Palais du Génie civil, on pénètre dans la section russe par un portique en forme d'arc, dont les moulures et les motifs décoratifs sont en stéarine. Le naphte, le vernis, les essences diverses, la glycérine cristallisable dont la Russie fait une grande exportation, le sulfate d'alumine, l'anhydride sulfurique, l'acide tannique, etc., etc. On y remarque des appareils en platine, et une installation de forme monumentale, représentant les produits divers des manufactures de papiers, appartenant à l'État ; papiers de soie, papier parchemin, et autres papiers de luxe.

Plus loin, dans la classe 89, se trouvent exposés les cuirs, dont la Russie fait un important commerce. On y trouve les cuirs odorants, aux couleurs variées, si recherchés pour la maroquinerie, ainsi que des peaux d'une grande souplesse pour la fabrication des gants.

LE GÉNI

# EXPOSITIO

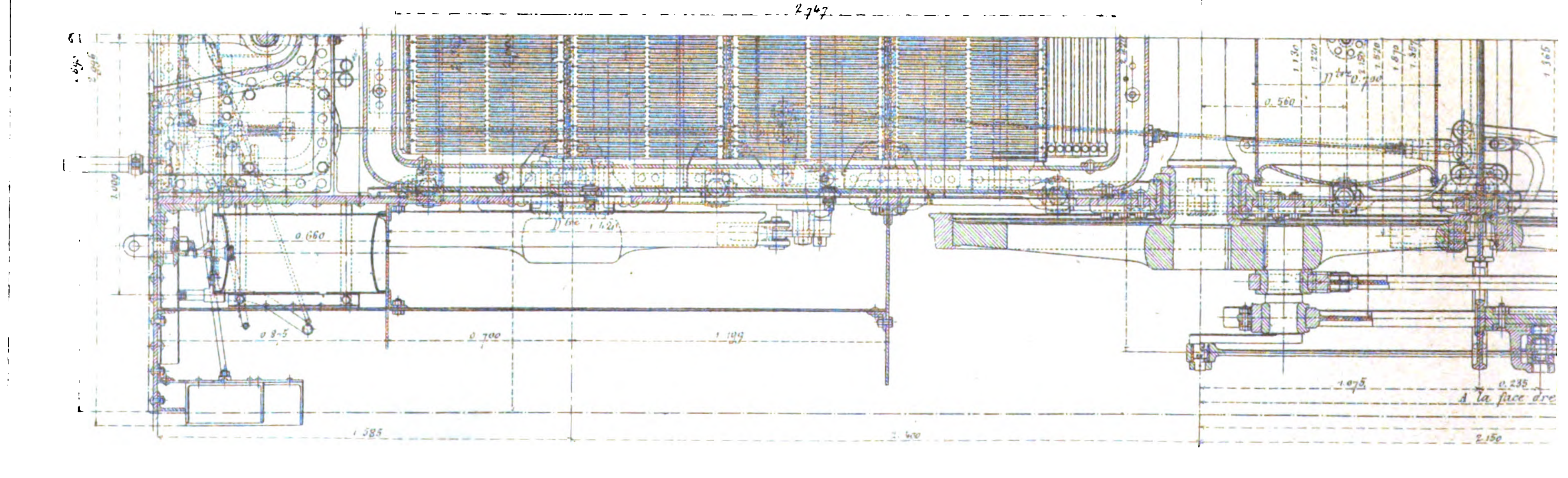
## LOCOMOTIVE COMPOUND A GRANDE VITESS

Fig. 1. Coupe longitudi

Empattement t

Longueur totale en de

Fig. 2. Demi-vue en plan d



N DE 1900

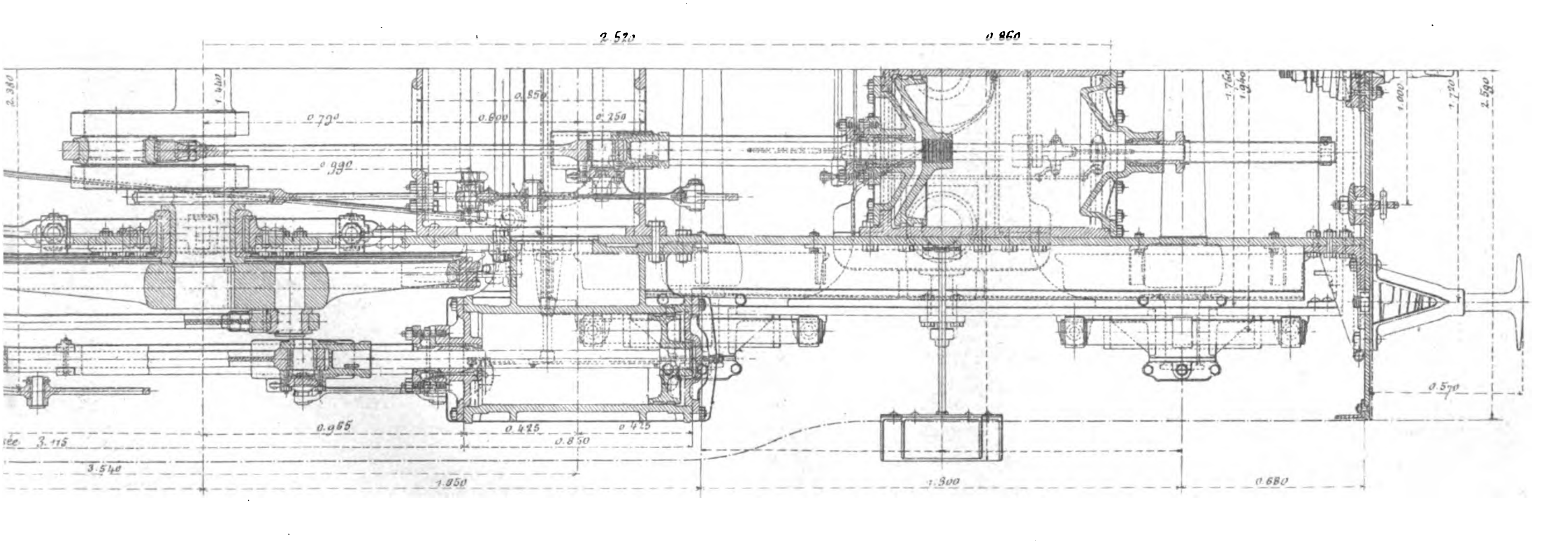
E DES CHEMINS DE FER DU NORD FRANÇAIS

ile

al des roues 8.200

rs des tampons 11.085

châssis et du mécanisme




(1469) Imp. A Gentil, 188, Faub.g St Denis, Paris

Des échantillons de tabac, dont la culture est très répandue au Caucase, sont exposés ainsi que des bois pour la fabrication des allumettes, dont une seule maison russe exporte pour 800 000 francs par an, et divers autres produits dont le détail serait trop long.

GROUPE XV. — Dans le groupe des *Industries diverses* à l'Esplanade des Invalides, la Russie expose des collections de tissus décoratifs, meubles, objets ciselés, orfèvrerie, bijouterie, etc.; on remarque la carte de la France en mosaïque de pierres précieuses, exécutée à la fabrique impériale de Ekatherinbourg et offerte à la France par l'Empereur Nicolas II.

GROUPE XVIII. — A côté du *Palais des Armées de Terre et de Mer* on remarque, dans un pavillon spécial, les expositions faites par les écoles militaires, l'artillerie, l'état-major de l'armée russe; l'attention est attirée par un affût de canon à éclipse et à ressort, un autre affût muni d'appareils hydrauliques, pour le chargement et le pointage du canon, dus tous deux au colonel Dourlacher; un troisième affût dû au général Engelhardt, où le caoutchouc est utilisé pour aider à retenir le canon sur place pendant le tir. Citons encore une balance magnétique pour l'épreuve de la trempe des pièces de fusil, les collections des cartoucheries de Saint-Pétersbourg et de Lougansk, où se suivent des phases successives de perfectionnement, et les armes portatives des manufactures de Sestroretzsk et d'Iger.

La marine est aussi représentée par des modèles de navires, chaloupes, canots, etc.; l'aérostation, le service médical militaire, l'intendance, figurent également, et dans chaque branche, les améliorations obtenues sont signalées.

**Pavillon de la Finlande.** — Il faut encore citer comme faisant partie de l'exposition russe, le Pavillon de la Finlande (fig. 5) situé rue des Nations, entre le Pavillon du grand duché de Luxembourg et celui de la Bulgarie. M. Axel-Gallex, peintre finlandais, a décoré la coupole centrale de fresques, rappelant des scènes et événements locaux; On y remarque le bolide de Bzurbole, tombé en Finlande le 12 mars 1899, des meubles artistiques, des tissus d'art, des engins de pêche, une exposition de journaux en langues suédoise et finnoise, etc.

Dans plusieurs pavillons spéciaux construits sur les quinconces de l'Esplanade des Invalides, la Russie a fait exposer tout ce qui est, pour ainsi dire, relatif à son organisation intérieure. Citons les pavillons des institutions de l'Impératrice Marie, de la météorologie, de la meunerie, du commerce des céréales, une maisonnette en bois incombustible, etc.

POITEVIN DE VEYRIÈRE,
*Ingénieur civil.*

## PHYSIQUE INDUSTRIELLE

### APPLICATIONS DU PÉTROLE
#### à la métallurgie et à l'industrie du verre.

Bien que de nombreuses tentatives aient été faites depuis longtemps, principalement en Russie, aux États-Unis et en Angleterre, pour employer le pétrole dans un certain nombre d'opérations métallurgiques, l'emploi rationnel de ce combustible n'a été rendu possible que grâce aux perfectionnements imaginés par Nobel. Il fut en effet le premier qui essaya d'obtenir la combustion complète du pétrole à l'aide du tirage naturel sans faire intervenir, pour sa pulvérisation, ni la vapeur d'eau, ni l'air comprimé, comme on l'avait fait jusqu'alors. Il réussit ainsi, non seulement à éviter la production de fumées et de suies, mais encore à élever la température du four de façon que des morceaux de fer doux, contenus dans des creusets, y fussent liquéfiés suffisamment pour être ensuite moulés.

En 1882 déjà, Nobel avait fait un certain nombre de communications du plus haut intérêt à la Société impériale technique russe, réunie à Moscou. L'une d'entre elles notamment, relative à l'emploi du pétrole dans un grand régénérateur, signalait la fusion d'une tonne de fonte, avec 66 kilogr. de résidus de pétrole.

GRILLE NOBEL. — L'innovation caractéristique, apportée par Nobel résidait dans la disposition et la forme spéciale de la grille employée pour la combustion du pétrole.

Cette grille (fig. 1) était constituée par une série d'augets superposés $a$, $a'$, $a''$, contenant le combustible liquide dont le débit est réglé par de petits bassins $r$, $r'$, $r''$ communiquant en $b$, $b'$, avec les augets. Dans l'axe des bassins passent les tuyaux de décharge T, T', T'' ouverts aux deux extrémités. Toutes les pièces de la grille sont en fonte, venues d'un seul jet et ne comportant entre elles aucun joint mobile.

Le pétrole est amené par le tube $c$ (fig. 2) de la citerne dans le bassin supérieur $r$ (fig. 1), d'où il passe dans l'auget $a$, le trop-plein se déchargeant par le tuyau T dans le bassin $r'$ et ainsi de suite, de sorte que dans tous les augets, le pétrole a toujours un niveau constant.

Si le débit du pétrole est trop grand par rapport à l'activité de la combustion, l'excès de combustible se déverse du bassin inférieur $r''$ dans un réservoir spécial placé sous le foyer. Enfin, pour le passage de l'air, on ménage un interstice entre chaque auget. Le pétrole ne brûle pas dans les petits bassins, mais uniquement dans les augets; la combustion y est complète sans que l'on ait à faire intervenir de la vapeur d'eau ou de l'air comprimé, ce qui constitue un avantage notable et une économie sensible sur les appareils similaires.

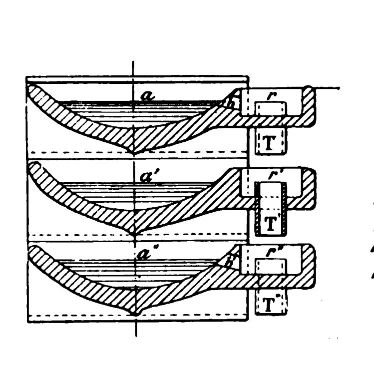



FIG. 1. — Détails des éléments de la grille.

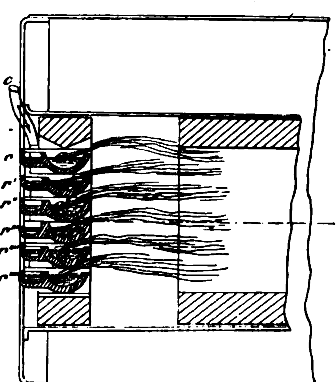



FIG. 2. — Section longitudinale d'un foyer muni de la grille Nobel.

FIG. 1 et 2. — Grille Nobel pour la combustion de pétrole.

Afin que le brassage de l'air et des hydrocarbures gazeux du pétrole soit plus intime, on ménage (fig. 3) un carneau $o$ entre le foyer et le laboratoire, ce qui force la flamme à bien se rassembler avant de gagner les creusets. Dans certains cas, il est avantageux aussi d'introduire de l'air derrière la grille, afin de se placer dans de meilleures conditions de combustion. La figure 3 représente la coupe verticale d'un four destiné à la fusion du fer et de l'acier au creuset, dans lequel $a$, $a'$, $a''$ sont les augets de la grille, $b$, $b'$ les entrées d'air, $o$ le carneau et $c$ les creusets. Suivant les besoins, pour bien régler la combustion, on ouvre alternativement les entrées d'air $b$ ou $b'$.

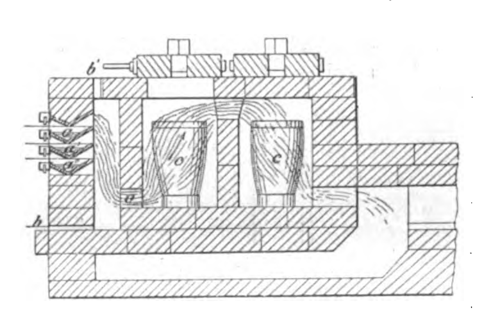



FIG. 3. — Disposition générale d'un four Nobel.

A l'aide de ces dispositifs perfectionnés, on consomme par mètre carré de grille et par heure 113kg 330 de résidus de pétrole. La fusion d'une tonne de fonte, de fer ou d'acier n'exigent respectivement que 0t 125, 0t 750 et 0t 600 de résidus de pétrole alors que l'on consomme 0t 500, 1t 500 et 1 tonne de houille pour obtenir le même résultat. Des essais de vaporisation, effectués avec la nouvelle grille, ont permis de vaporiser jusqu'à 14l 45 d'eau par kilogramme de résidus au lieu de 11l 4 que l'on vaporise par l'emploi des pulvérisateurs.

APPLICATIONS DE LA GRILLE NOBEL A LA MÉTALLURGIE. — La disposition des grilles à augets superposés est appliquée aujourd'hui dans les usines Nobel, de Saint-Pétersbourg et du Caucase, pour la fusion de la fonte, dans les fours à réverbère (fig. 4) et pour la fusion du cuivre au creuset (fig. 5).

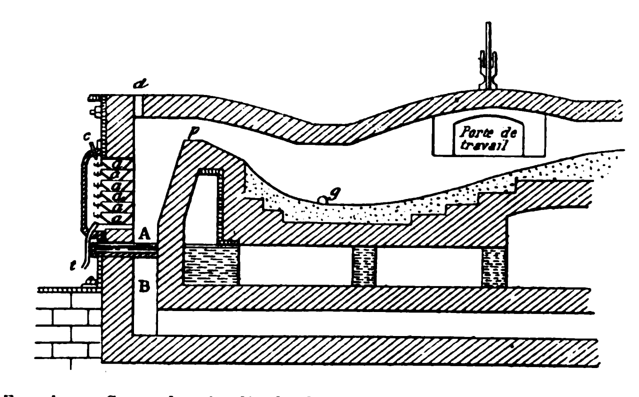



FIG. 4. — Coupe longitudinale d'un four à réverbère, système Nobel.

Le pétrole arrive dans les augets $a$ du four à réverbère (fig. 4) par le tuyau $c$; $t$ est le tuyau par lequel s'écoule le trop-plein des bassins;

*d* est l'entrée d'air destinée à régler la combustion. La flamme vient se briser contre l'autel *p*, avant de gagner la sole du réverbère, composée de sable quartzeux et d'argile. En cas d'arrêt du travail, la flamme se dirige vers le carneau B, normalement recouvert par la dalle A. La coulée s'effectue par le trou de coulée *g*.

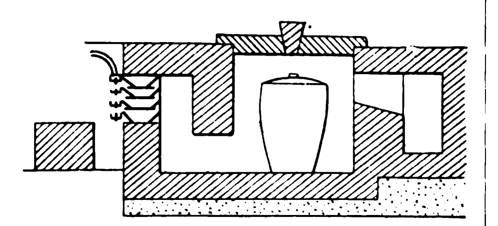


Fig. 5. — Coupe d'un four à creuset, système Nobel.

La charge se fait, comme toujours, par l'arrière du four; on la fait avancer progressivement par les portes de travail.

Ce four à réverbère est construit en vue de produire 1 600 tonnes de fonte. Il ne présente pas en somme d'autre disposition caractéristique que celle de sa grille. Il en est de même du four à creuset que représente schématiquement la figure 5. Pour la production d'une tonne de cuivre, ce four consomme 0kg 250 de résidus de pétrole.

Le bois et la houille faisant complètement défaut dans les environs de Bakou, on a été amené, dans cette région, à étudier les diverses applications industrielles du chauffage au pétrole avec beaucoup plus d'intérêt qu'on ne l'a fait ailleurs, par exemple, en Pensylvanie, où la houille et le bois abondent. En outre, le nombre des puits allant en augmentant tous les ans au Caucase, on a été amené à établir sur place de grands ateliers de construction, qui fabriquent aujourd'hui les réservoirs, les chaudières et les citernes métalliques, servant à emmagasiner les énormes quantités de pétrole, que le Caucase produit annuellement.

Forge Quarnström. — L'une des plus récentes applications du pétrole au chauffage, dans le Caucase, est relative aux forges, pour lesquelles l'emploi de la houille s'était conservé pendant longtemps. Cette innovation est due à Quarnström qui construisit une forge portative chauffée au pétrole (fig. 6), spécialement destinée au chauffage des rivets.

Cette forge est peu encombrante et tellement légère qu'un gamin suffit à la transporter et à la conduire. Les rivets y atteignent la température nécessaire très rapidement et sans le secours d'aucune soufflerie. Les résultats obtenus ont été assez satisfaisants pour faire adopter cette forge dans les usines des frères Nobel, à Saint-Pétersbourg. Le principe du chauffage de cette forge est le même que celui de la grille Nobel, avec cette différence que les augets y sont disposés dans un plan horizontal. Le réservoir à pétrole *c* est entièrement fermé et monté sur un pied latéral.

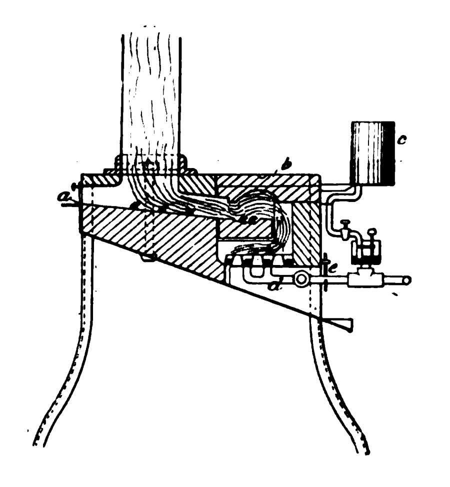



Fig. 6. — Forge portative, système Quarnström.

On introduit les rivets par la porte *a* (fig. 6); *b* est la dalle mobile que l'on déplace pour les retirer de la forge et *e* représente le crochet sur lequel repose le brûleur *d*. Ce dernier (fig. 7) est composé d'une

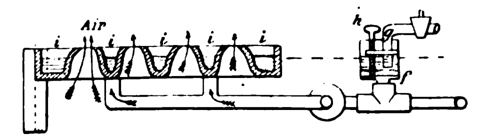



Fig. 7. — Détail de la grille Quarnström.

rangée d'augets *i*, *i*, dans lesquels le combustible liquide est maintenu à niveau constant grâce au petit réservoir *f* qui reçoit le tube d'amenée *g* fixé au réservoir *c* entièrement clos (fig. 6). Enfin une petite vis *h* permet, selon les besoins, d'immerger ou de remonter l'extrémité du tube *g*. On comprend aisément que le combustible s'écoulant dans le réservoir *f* ne tarde pas à masquer l'ouverture du tube *g*; aussitôt le débit est suspendu, mais la combustion faisant baisser le niveau dans les augets, il reprend aussitôt. C'est ainsi qu'on arrive à maintenir les augets à niveau constant et à obtenir une combustion régulière.

Pour nettoyer le brûleur et l'éloigner du foyer, il suffit de le décrocher en *e* (fig. 6). D'ailleurs les suies ne sont pas abondantes. Pour en réduire la quantité autant que possible, on se sert, dans les usines de Bakou, non pas d'hydrocarbures lourds, mais de gazoline. Le brûleur est recouvert d'une plaque de fonte munie de saillies en creux. Ces dernières s'emboîtent non hermétiquement dans les augets; c'est par les interstices ménagés entre ces derniers et les saillies de la plaque que s'échappent les flammes et les produits gazeux de la combustion.

Applications de la grille Nobel aux fours de verrerie. — On emploie également en Russie le pétrole pour le chauffage des fours de verrerie. Les hydrocarbures du pétrole sont d'ailleurs tout indiqués dans la fusion du verre qui exige, on le sait, des combustibles particulièrement purs.

Les premiers essais dans cette voie ne furent cependant pas heureux. En effet, la chaleur développée à l'intérieur des fours était telle qu'au bout de quatre à cinq jours de travail, les voûtes et les carneaux s'effondraient; les creusets, même les plus réfractaires, ne résistaient pas davantage.

C'est alors qu'on eut l'idée de remplacer le chauffage direct par la régénération de la chaleur.

*Régénérateur Kroupsky.* — Cette idée a été appliquée avec succès par le professeur russe Kroupsky, qui fit construire, pour y fondre le verre, le régénérateur, chauffé au pétrole, que représente schématiquement la figure 8. Ce four peut être appliqué également dans les opérations métallurgiques.

Le four comporte une série de chambres A, B, A' et B', remplies de briques réfractaires, empilées à claire-voie. Le pétrole pénètre en

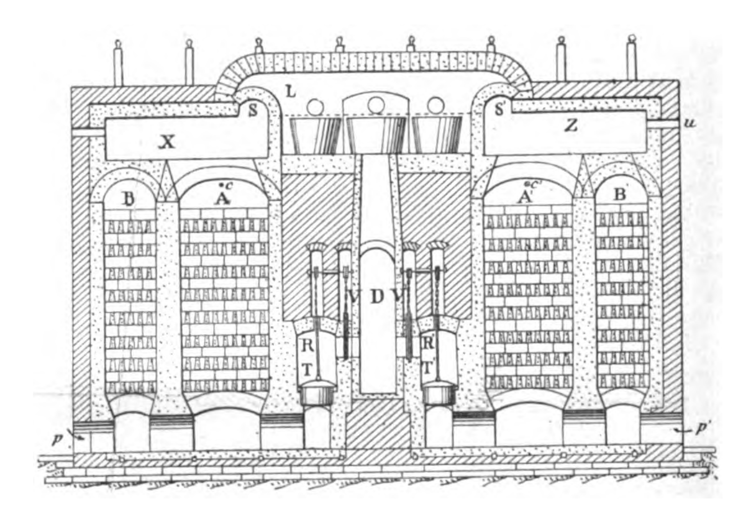



Fig. 8. — Coupe longitudinale du régénérateur Kroupsky.

A et A' sous une certaine pression. Il y est distribué alternativement et à intervalles égaux par les chalumeaux *c* et *c'*, dont les orifices ont un diamètre trois fois moindre que celui des tubes d'amenée. Le pétrole se décompose aussitôt dans le haut de la chambre et brûle au contact des briques incandescentes et aux dépens de l'air introduit en *p*. Il est évident que la zone de combustion du pétrole se trouvant circonscrite aux couches supérieures des briques, aucun mélange détonant ne peut se former, pas plus dans le four que dans le compartiment où la combustion s'effectue.

Contrairement à ce qui se fait généralement dans les fours à régénération de chaleur, on donne ici aux briques une section trapézoïdale. Grâce à cette forme spéciale, les vibrations moléculaires engendrées dans le mélange gazeux et enflammé qui passe entre les briques sont très énergiques et rendent aussi intime que possible le brassage des molécules liquides du pétrole et de l'air comburant. Les couches inférieures de briques ne reçoivent jamais de pétrole et ne servent qu'à chauffer l'air. Les dimensions des compartiments à briques réfractaires sont notablement supérieures à celles usitées dans les régénérateurs ordinaires.

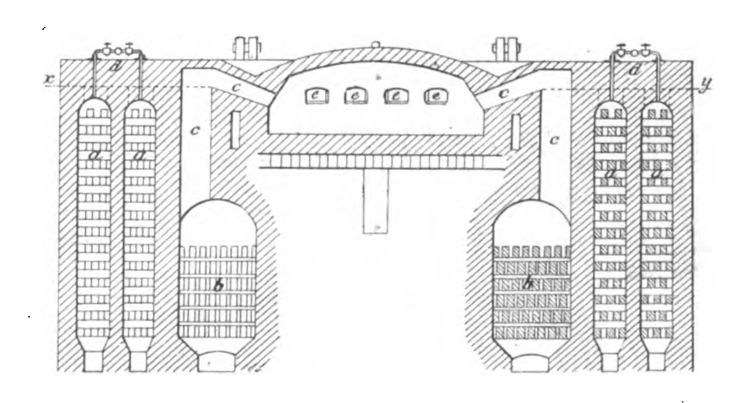
Par un simple jeu de robinets, on intervertit toutes les demi-heures le courant de pétrole, qui de A passe en A', chambre qui, préalablement, a été fortement chauffée par les gaz brûlés du four. Les entrées d'air *p* peuvent être fermées au moyen de portes que l'on ouvre alternativement selon que la combustion du pétrole se fait dans la chambre de droite ou dans la chambre de gauche. En levant alternativement, mais dans l'ordre inverse aux entrées d'air, les registres en tôle TT', on dirige les gaz du four dans la cheminée par les conduits RR'. Une poche D est spécialement réservée aux crasses ou écumes. Enfin en agissant sur les valves VV', on peut faire passer, en cas de besoin, par des carneaux latéraux une partie de la flamme vers le fond des creusets en l'attirant par la poche D directement dans les rampants. Les chambres AA' sont pourvues, à leur partie supérieure, d'une série d'arceaux formant grille, à travers laquelle

passent les gaz enflammés avant d'entrer dans le four. Enfin ces gaz pénètrent dans le laboratoire L proprement dit, après avoir rencontré une seconde série d'arceaux SS'.

Il va sans dire que ces arceaux, ainsi que toutes les parties du four qui les avoisinent, se trouvent toujours à l'état incandescent dans la chambre où s'opère la combustion. On les dispose dans le but de rendre cette combustion aussi complète que possible.

Les chambres BB' sont de petits régénérateurs dans lesquels on fait pénétrer un complément d'air chaud. Ils sont recouverts également d'une grille formée d'arceaux dont l'ordre alterne avec celui des éléments qui constituent la grille des chambres AA'. Les regards *o* et *u* permettent de surveiller la marche de la flamme dans les conduits X et Z, où se rencontrent l'air surchauffé et le mélange gazeux enflammé à sa sortie de A et A'.

*Four Malicheff.* — Il convient de signaler, en terminant, une autre tentative aussi heureuse faite en Russie pour l'emploi du pétrole dans l'industrie du verre, au moyen des fours système Malicheff.



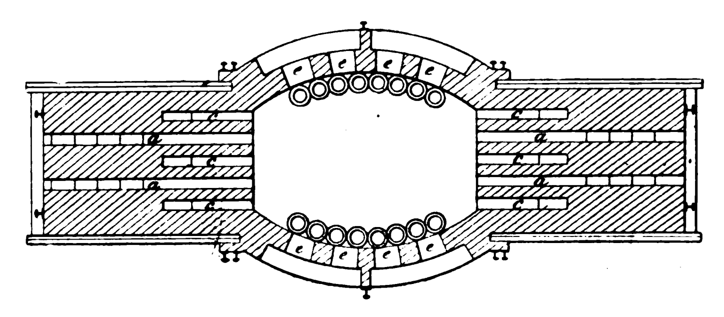


Fig. 9 et 10. — Coupes verticale et horizontale du four Malicheff.

M. Malicheff s'est inspiré, pour la construction de son four, du type ordinaire des régénérateurs Siemens. Les coupes verticale et horizontale et l'élévation que nous en donnons (fig. 9, 10 et 11) suffiront à en faire comprendre le fonctionnement, lorsque nous aurons ajouté que *a*, *a* sont les chambres où se fait la combustion du pétrole amené par les tubes *f*, *f* (fig. 9) et *r* (fig. 11) le compteur servant à enregistrer le débit et à intervertir le courant toutes les 20 à 30 minutes. Enfin *b*, *b* sont les compartiments à air chaud.

Le pétrole arrive dans une des chambres *a*, chauffée d'avance, et s'y transforme en gaz au contact des briques incandescentes, qui se

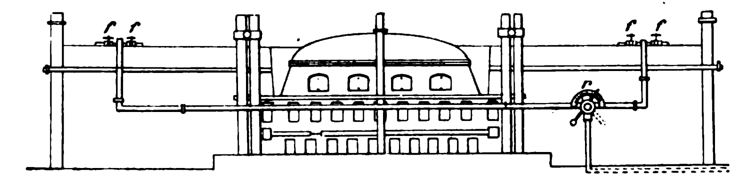


Fig. 11. — Élévation du four Malicheff.

recouvrent progressivement d'une couche de coke représentant le résidu fixe de la décomposition du pétrole. Dès que les interstices ménagés entre les briques d'une chambre sont presque entièrement bouchés, on y introduit un courant d'air chaud qui aussitôt provoque la combustion complète du coke.

Ce four semble être d'un emploi très économique et peut avoir sa raison d'être même en dehors des pays de production du pétrole. Il ne consomme, en effet, que 1t 300 de résidus de pétrole pour produire 4 tonnes de verre, soit 325 kilogr. de combustible par tonne.

G. de Krivochapkine,
*Ingénieur civil des Mines.*

# MÉCANIQUE

## ÉVALUATION DE LA FORCE TRANSMISE PAR COURROIE

### sur les poulies de grand diamètre et à grande vitesse.

Dans une conférence faite en 1892 sur la puissance que peuvent transmettre les courroies, M. Otto Gehrckens, après avoir donné des tables de coefficients, faisait remarquer que ses expériences sur les courroies à marche très rapide n'avaient pas encore présenté une durée suffisante pour qu'on pût garantir la valeur de leurs résultats.

Depuis cette époque elles ont été pleinement confirmées et, bien que les coefficients obtenus aient dépassé de beaucoup ceux que l'on employait auparavant pour les poulies de grand diamètre et à marche rapide, ils se sont, en toutes circonstances, montrés d'accord avec la pratique. D'ailleurs, depuis 1896, beaucoup d'ouvrages ont reproduit ces tables, et l'emploi en est maintenant généralisé pour le calcul des courroies.

Il ressort de l'examen de ces tables un fait nouveau qui est le suivant : c'est que l'on a avantage, à trois points de vue, à augmenter le diamètre des poulies. En effet, il est à remarquer que si l'on assimile le rayon d'une poulie à un bras de levier, l'accroissement de la force de la courroie est directement proportionnelle à la longueur de ce bras de levier. En second lieu, le coefficient augmente également avec le diamètre et, en troisième lieu, il augmente avec l'accélération.

Il était intéressant, dans un autre ordre d'idées, d'examiner l'action de la force centrifuge. Dès 1892, M. Otto Gehrckens avait constaté que, pour les poulies de petit diamètre, l'accroissement du coefficient était fort peu rapide et il attribuait ce fait à l'influence de la force centrifuge, parce qu'à vitesse égale cette influence décroît proportionnellement à l'augmentation de diamètre. On conçoit aisément que la force centrifuge n'agit pas sur une courroie comme elle agirait par exemple sur une jante, car la courroie est un ruban flexible et élastique, flottant et non fixé sur la poulie.

Loin de croire que la force centrifuge exerce toujours une influence nuisible, M. Gehrckens estime, au contraire, qu'elle agit, sous quelques rapports, favorablement, par le fait qu'elle lance, pour ainsi dire, la courroie d'une poulie vers l'autre, aussi bien pour le brin conducteur que pour le brin conduit et que, de ce fait, la tension se trouve diminuée et presque annulée lorsque la vitesse de rotation est considérable. Il faut ajouter que l'action de la force centrifuge s'exerce d'une façon différente suivant que l'on considère la poulie de commande ou la poulie entraînée, comme il sera dit plus loin.

M. Gehrckens explique comme suit le fonctionnement d'une courroie de transmission :

La poulie de commande commence à tourner ; la courroie se trouve entraînée par la friction du cuir sur la jante de la poulie, la partie travaillante se tend et s'allonge, elle subit, par suite, une déformation qui exige un certain laps de temps. C'est seulement alors que la poulie conduite commence elle-même à tourner : la portion de courroie enroulée sur cette poulie se tend et s'allonge à son tour, et cette déformation, comme la première, exige également un certain temps.

En considérant la poulie conduite, on voit que les fibres de la partie intérieure de la courroie sont maintenues par leur adhérence sur la poulie tandis que les fibres extérieures ont tendance à avancer par rapport aux fibres intérieures. Sur la poulie de commande, au contraire, les fibres intérieures, entraînées par la poulie, se trouvent poussées en avant, et les fibres du côté de la face extérieure ont tendance à retarder. Il résulte de ce qui précède que, pendant la marche, l'allongement de la partie travaillante doit produire une compression de la partie non tendue ; par suite il y aura une diminution de tension, ce qui produira une flèche dans cette partie de la courroie. C'est dans cet état que la courroie arrive à la poulie conduite, s'y enroule et s'allonge ; elle s'allonge encore en route et lorsqu'elle s'enroule sur la poulie de commande et perd ensuite son allongement à mesure que la tension diminue. Par suite de ce double effet, la poulie de commande tend à faire progresser la courroie dans le sens du mouvement et la poulie conduite agit en sens contraire. Il en résulte une perte de vitesse directement proportionnelle à la tension et à l'élasticité de la courroie, perte qu'il ne faut pas confondre avec celle qui peut résulter du glissement de la courroie sur ces poulies.

La poulie conduite, qui reçoit la courroie non tendue, sera faite avec un certain bombement qui aura pour résultat de compenser en partie l'allongement que subit la courroie en se tendant. C'est pour cette raison que M. Gehrckens adopte le limbe bombé pour les poulies conduites, tandis que dans les poulies conductrices, où l'action de la courroie est inverse, il préfère le limbe plat.

Si nous revenons à l'influence de la force centrifuge, nous remarquerons que, sur la poulie de commande, elle agit dans la même direction que la force utile de la courroie dont elle secondera l'action, principalement au point où la courroie monte sur la poulie. En outre, à mesure que la tension diminue sur la poulie, la force centrifuge

amoindrit l'adhérence entre la courroie et le limbe, ce qui facilite la compression dans le brin flottant. Cette action est d'autant plus sensible que la poulie de commande a un petit diamètre, comme c'est le cas dans les électromoteurs, et c'est peut-être à ce fait qu'il faut attribuer les résultats plus favorables que l'on ne devrait supposer obtenus avec ce genre de machines.

M. Gehrckens, ne se fiant pas aux résultats obtenus par des considérations uniquement théoriques, a fait exécuter au mois de février dernier, dans les ateliers de la Société Schuckert et C[ie], des expériences sur les poulies de grand diamètre et à grande vitesse. Il a fait usage d'une transmission électrique qui permet de voir directement, au moyen du voltmètre et de l'ampèremètre, quelle est la force transmise par la courroie et de constater à tout moment, par les irrégularités dans le fonctionnement de la lumière produite, si des glissements ou d'autres inconvénients se sont présentés.

Les moteurs qui ont servi à ces expériences étaient :

1 moteur A. F-110 de 133 à 157 chevaux à la vitesse de 300 à 500 tours;
1 dynamo A. F-92, d'une force proportionnelle, de 324 à 450 tours.

La poulie de l'arbre moteur était un tambour cylindrique de 2$^{m}$700 de diamètre, 260 millimètres de large et 130 millimètres d'alésage ; la poulie de la dynamo mesurait 3 mètres de diamètre, 260 millimètres de largeur et 120 millimètres d'alésage ; cette poulie était bombée suivant une flèche de 3 millimètres.

Les deux poulies étaient en tôle et à voile plein. L'axe de la poulie de commande de l'électromoteur se trouvait à 800 millimètres au-dessus de celui de la poulie de la dynamo et la distance, de centre en centre, était de 6$^{m}$680. Les deux poulies étaient montées en porte-à-faux.

Au début des expériences on fit usage d'une courroie de 200 millimètres de largeur ; la vitesse obtenue au début a été de 51 mètres par seconde, et la force transmise de 31 chevaux. Mais on ne put augmenter la vitesse d'une façon appréciable, attendu que, par suite de l'extrême légèreté de la poulie de la dynamo et par suite de son alésage trop petit pour le diamètre de l'arbre, on constata un mouvement latéral de voilement qu'il aurait été imprudent d'augmenter.

La même expérience fut faite, aussitôt après, avec une courroie de 100 millimètres. Avec cette courroie le voilement était moins prononcé; la vitesse atteinte par seconde a été de 59$^{m}$50 et la force transmise de 46$^{chx}$5. Enfin, avec une courroie de 50 millimètres seulement, le voilement devint absolument insignifiant et on atteignit rapidement une vitesse de 50 mètres par seconde avec une force transmise de 53 chevaux. Mais, par suite d'un allongement rapide de la courroie, un mouvement ondulatoire de celle-ci se produisit auprès de la poulie conduite, ce qui nécessita au bout de peu de temps l'interruption de l'expérience. La présence de cette ondulation devant la poulie conduite était une preuve qu'il n'y avait pas de glissement, d'une part et que, d'autre part, il n'y avait pas de tension dans le brin conduit. L'allongement total constaté a été de 1 °/₀ de la longueur totale de la courroie.

En reprenant les expériences, on est arrivé à la vitesse de 66$^{m}$20 par seconde avec une force transmise de 82 chevaux. On remarquera l'effort considérable subi par la courroie en tenant compte que sa largeur était de 50 millimètres et son épaisseur de 3$^{mm}$1. On avait, en effet, ainsi une force de 50 chevaux par centimètre carré de section, et, si l'on considère l'effort total de 60 kilogr., la courroie supportait un effort de 18$^{kg}$6 par centimètre de largeur, sans paraître avoir atteint sa limite de résistance.

Les essais n'ont pas été poussés plus loin pour diverses raisons d'ordre matériel, mais le résultat n'en est pas moins intéressant, si incomplet qu'il soit.

Une objection a été faite à ce mode d'expérience que l'on considère plutôt comme théorique attendu que des vitesses si élevées ne sont pas usitées pratiquement. A cela, M. Gehrckens objecte qu'il y a peu d'années encore, on n'aurait pas cru pouvoir réaliser des vitesses, maintenant courantes, pour des locomotives ou des bateaux à vapeur par exemple. D'ailleurs la maison Schuckert a construit des moteurs munis de volants de 1$^{m}$80 à 2 mètres de diamètre, tournant à 720 tours environ, ce qui correspond à une vitesse linéaire de 70 mètres et plus par seconde. Pourquoi ne pourrait-on pas employer ces volants comme poulies ?

Pour éviter l'action de la force centrifuge, comme elle croit en raison du carré de la vitesse, on aurait beaucoup plus de sécurité avec une vitesse linéaire de 50 mètres par exemple au lieu de 70, vitesse pour laquelle la force centrifuge serait réduite de moitié.

Les diverses expériences que nous venons de résumer confirment pleinement l'opinion émise autrefois par le savant professeur autrichien M. Radinger : « Les limites assignées par l'emploi des courroies aux vitesses des volants ne sont pas atteintes encore ; non seulement les courroies permettent d'accroître ces vitesses, mais elles les exigent pour leur utilisation rationnelle ».

---

## VARIÉTÉS

### Machine à vapeur demi-fixe compound à condensation.

La machine à vapeur demi-fixe compound à condensation, que représentent les figures 1 et 2, et qui est exposée au Champ-de-Mars, présente, dans sa construction, un certain nombre de particularités qu'il nous semble intéressant de signaler.

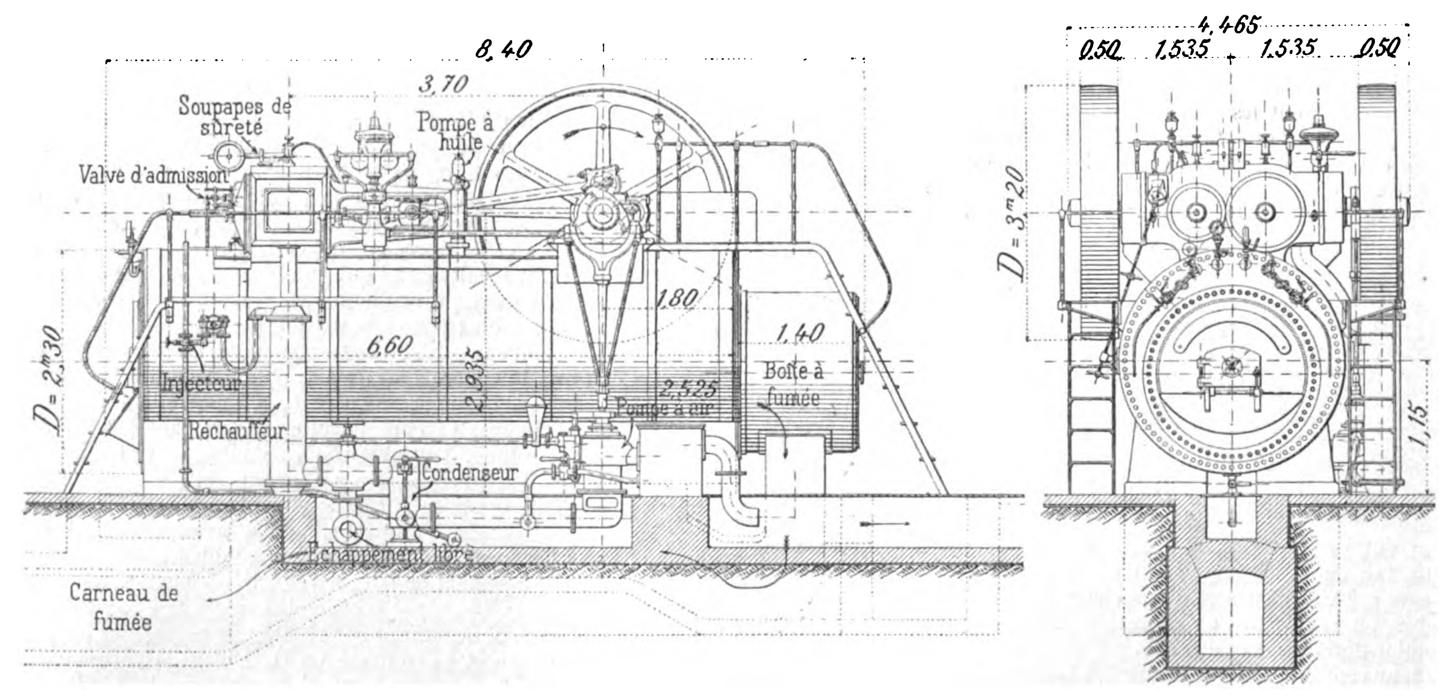



Fig. 1 et 2. — Coupe longitudinale et transversale de la machine à vapeur demi-fixe compound à condensation.

Cette machine, construite par la maison Heinrich Lanz, de Mannheim, mesure 8$^{m}$40 de longueur et 5$^{m}$50 de hauteur; son poids est d'environ 65 tonnes. Son faisceau tubulaire est amovible, et sa surface de chauffe est de 135 mètres carrés. Elle comporte deux volants de 3$^{m}$20 de diamètre et de 0$^{m}$50 de largeur de jante, et fait 110 tours par minute. Sa puissance normale est de 250 à 300 chevaux effectifs, mais sa puissance maximum dépasse 400 chevaux.

Les cylindres à haute et à basse pression, ainsi que les deux boîtes à tiroir, sont logés, entièrement dans le dôme de vapeur et les deux couvercles des cylindres sont chauffés de façon à réduire au minimum les pertes de vapeur par condensation. La distribution est du système Rider.

L'eau d'alimentation traverse un réchauffeur de grande surface avec tuyaux en laiton, dans lesquels passe la vapeur qui se rend au condenseur.

Entre les cylindres à vapeur et les trois paliers de l'arbre-manivelle

sont intercalées de robustes tiges en fer forgé, qui relient et entretoisent ces diverses parties et absorbent, pendant la marche de la machine, tous les efforts qui, sans ce dispositif, se transmettraient à la chaudière. Celle-ci se trouve, par suite, soulagée et ménagée, et le fonctionnement de la machine se fait d'une façon très douce et très régulière.

L'emploi de ces entretoises oblige à disposer les paliers de l'arbre-manivelle de telle sorte qu'ils puissent se déplacer légèrement, de façon à compenser la dilatation de la chaudière. Ce résultat est obtenu en montant ces paliers, que les entretoises relient rigidement aux cylindres à vapeur, dans des rainures longitudinales à section prismatiques ménagées dans la selle, qui embrasse la chaudière. Dans ces conditions, cette dernière peut s'allonger sans obstacle sous l'action de la chaleur, l'écartement des cylindres et de l'arbre, et, par suite, la position des tiroirs, ne s'en trouverait pas modifiée; la dilatation longitudinale de la chaudière est sans influence sur ces diverses parties, puisque les coussinets de l'arbre-manivelle se trouvent maintenus d'une façon invariable par les entretoises dans la position qu'on leur a donnée au montage.

Les paliers de l'arbre-manivelle sont à graissage annulaire; les excentriques et les bielles reçoivent l'huile de graisseurs à goutte, qui sont fixes et, par suite, faciles à surveiller, et qui envoient leur huile par la force centrifuge dans les excentriques. Aussi, le graissage de la machine est-il très facile à surveiller et à régler pendant la marche, ce qui permet de faire fonctionner la machine aussi longtemps qu'on le veut sans être obligé de l'arrêter pour le graissage, et réduit en même temps la consommation d'huile au minimum.

La pompe à air n'est pas commandée, comme habituellement, par un excentrique; elle est actionnée par un levier relié à la tête de piston du cylindre à basse pression. Ce dispositif a l'avantage de permettre de placer les volants tout près des paliers, ce qui réduit les efforts de frottement.

Comme on l'a vu précédemment, les couvercles des cylindres sont chauffés. On a, en outre, pris soin d'éviter autant que possible toute émission de chaleur par les parois de la chaudière, et on a, à cet effet, afin de réduire les pertes par condensation de vapeur, muni les façades avant et arrière de la chaudière de dispositifs calorifuges.

La maison Heinrich Lanz occupe actuellement environ 4 000 ouvriers, et, en 1899, elle a produit 1 450 locomobiles ou machines demi-fixes.

### Arrêtiers doubles de sûreté pour plans inclinés.

Les accidents de plans inclinés étant malheureusement très fréquents dans le travail des mines, plusieurs appareils de sûreté ont été imaginés pour en diminuer le nombre.

Celui que M. Piron a décrit à la réunion de la Société de l'Industrie minérale, tenue à Montluçon le 29 avril 1900, a déjà évité de nombreux accidents dans la mine où il est installé. Il se compose essentiellement de deux arrêtiers en fer X, X' (fig. 1 et 2), montés sur

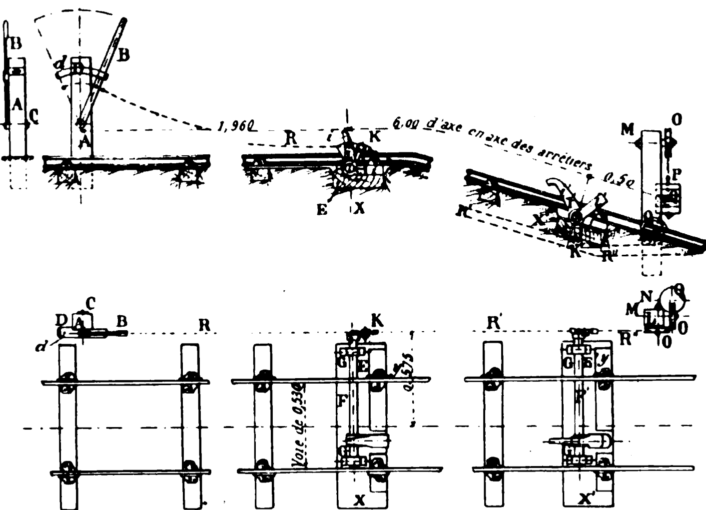



Fig. 1 et 2. — Arrêtier double d'équerre pour plan incliné : Ensemble en élévation et en plan.

des traverses E et E' et reliés l'un à l'autre à un levier B par des chaines R et R'; celles-ci sont disposées de telle sorte que lorsqu'un arrêtier est relevé, l'autre est abaissé pour le passage du convoi sous l'action d'un contrepoids Q.

Chaque arrêtier simple est constitué par une traverse en chêne E, de 1 mètre × 0m300 × 0m100, qui se pose sous la voie et porte les coussinets *y* des rails et par l'arrêtier en fer proprement dit, tournant dans deux supports Q. Celui-ci est formé par un arbre de commande F sur lequel est claveté un levier coudé à angle droit : l'une des branches *i* de ce levier sert de talon et repose sur la traverse; contre l'autre *i'* viennent buter les essieux des bennes. L'arbre F porte également, claveté à l'une de ses extrémités, un levier de commande J, relié en K aux chaines R et R'.

L'arrêtier X' est construit de la même façon, seulement le levier de commande J' est claveté dans une position inverse à celle de J et est attaché en K' aux chaines R' et R''; de plus, dans cet arrêtier, la branche du levier contre laquelle viennent buter les wagonnets est recourbée afin de pouvoir les retenir.

D'une façon générale, le plan incliné est toujours fermé par l'arrêtier X qui est maintenu dans la position relevée par un contrepoids Q suspendu à l'extrémité de la chaine R'', laquelle vient s'enrouler sur deux poulies de renvoi (O, O) fixées à un poteau L.

La manœuvre des arrêtiers se fait par la chaine R et le levier B, oscillant autour d'un axe C dans le plan du secteur D fixé à un deuxième poteau A. Le levier B est retenu à fond de course par le cran *d* du secteur dans lequel il se loge.

Voici comment sont disposés ces arrêtiers sur un plan incliné : l'arrêtier X est placé au sommet du plan, l'arrêtier X', dans le plan, est mis à une distance de X telle que la longueur XX' soit supérieure de 1 mètre environ à la longueur d'un convoi, crochets tendus. Pour exécuter une manœuvre, lorsque les bennes ont été crochetées entre elles et le convoi au câble du tambour, le freinteur abaisse l'arrêtier supérieur X et relève ainsi l'arrêtier inférieur X' en plaçant le levier de commande B dans le cran *d* du secteur D, puis il pousse le convoi dans le plan en desserrant un peu le frein du tambour. Dès que le dernier essieu du convoi a dépassé X et avant que la première benne ne soit venue rencontrer X', qui est relevé, le freinteur, en déclenchant B, relève l'arrêtier X et abaisse l'arrêtier X'. L'arrêtier double a donc repris sa position primitive avant le passage du convoi.

Les bennes vides remontant le plan ne rencontrent pas X' qui est effacé; elles arrivent sur la partie plane du sommet du plan en abaissant X qui se relève de lui-même sous l'action de son poids et du contrepoids Q.

D'après M. Piron, l'avantage de cette disposition est double :

1° Le freinteur, pour envoyer son convoi dans le plan incliné, après avoir abaissé l'arrêtier X, est obligé de le relever pour que les bennes puissent ensuite passer sur l'arrêtier X'; de cette façon, le sommet du plan est toujours fermé.

2° Un freinteur, après avoir oublié de crocheter un convoi au câble du treuil, peut le pousser dans ce plan en ouvrant l'arrêtier X ; dans ce cas, le convoi vient rencontrer l'arrêtier X', qui est relevé par suite de l'abaissement de X. L'arrêtier inférieur, maintenu par son talon et par la voie qui est posée sur l'arbre, retient toujours le convoi.

## EXPOSITION DE 1900

### Les récompenses de l'Exposition de 1900.

La distribution des récompenses de l'Exposition a eu lieu le samedi 18 août, à 3 heures, dans la Salle des Fêtes du Champ-de-Mars.

La cérémonie a commencé par le défilé des commissaires généraux étrangers. Puis M. Loubet, président de la République, et M. Millerand, ministre du Commerce et de l'Industrie, ont pris successivement la parole.

M. Picard, commissaire général, a procédé ensuite à la distribution du palmarès aux présidents des divers groupes.

Cette simple remise de quelques exemplaires des listes officielles a tenu lieu de distribution des récompenses. Il n'eût guère été possible, en effet, de décerner celles-ci individuellement, même en ne proclamant que les plus élevées, en raison du nombre considérable des lauréats. Voici d'ailleurs la répartition des différentes récompenses attribuées aux exposants :

2 827 grands prix ;
8 166 médailles d'or ;
12 244 médailles d'argent ;
11 615 médailles de bronze ;
7 938 mentions honorables.

Le *Génie Civil*, qui avait obtenu une *médaille d'or* à l'Exposition universelle de 1889 et qui a pris une part très importante à l'Exposition de 1900, a été déclaré cette année HORS CONCOURS comme exposant. Le Jury a tenu à récompenser le mérite des Collaborateurs qui sont à la tête de notre Revue en leur attribuant *3 médailles d'or, 3 médailles d'argent*, etc.

La liste complète des récompenses a paru sous forme de supplément annexe au *Journal officiel* du 18 août (1).

### Distinctions honorifiques.

Dans les listes des promotions ou nominations dans l'ordre de la Légion d'honneur, qui viennent de paraître à l'occasion de l'Exposition de 1900, nous relevons les noms suivants :

(1) Ce supplément ne comprend pas moins de 332 pages. Prix : 1 franc.

*A la dignité de grand-officier :*

MM.

Laussedat, directeur du Conservatoire des Arts et Métiers;
Mascart, membre de l'Institut.

*Au grade de commandeur :*

MM.

Bariquand (Emile), Ingénieur-constructeur; — Bouquet, directeur de l'Enseignement technique au Ministère du Commerce;
Gariel, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; — Griolet, vice-président du Conseil d'administration de la Compagnie des chemins de fer du Nord;
Menier (Henry), industriel; — Moissan, membre de l'Institut;
Troost, membre de l'Institut;
Vassilière, directeur de l'Agriculture.

*Au grade d'officier :*

MM.

Asselin, Ingénieur des Arts et Manufactures, fabricant de produits chimiques;
Barrois (Ch.), professeur à la Faculté des sciences de Lille; — Baudry (Ch.), Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée; — Baumgart, administrateur de la Manufacture nationale de Sèvres; — Blavette, Architecte du Palais des Fils, Tissus et Vêtements; — Bourdon (Charles), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef des installations mécaniques à l'Exposition de 1900; — Bourdon (Édouard), Ingénieur des Arts et Manufactures; — Bunel, Architecte en chef de la Préfecture de police;
Chamberland, chef de service à l'Institut Pasteur; — Colin, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées;
Dabat, sous-directeur de l'Agriculture; — Darcy, président du Comité central des Houillères de France; — Dehaitre, constructeur-mécanicien;
Fontaine (A.), Ingénieur en chef des Mines, directeur du travail au Ministère du Commerce;
Garnier (Hubert), Ingénieur des Arts et Manufactures; — Gautier, Architecte du Palais de l'Horticulture;
Haller, professeur à la Faculté des sciences de Paris; — Henrivaux (Jules), directeur de la manufacture des glaces de Saint-Gobain; — Hermant, Architecte du Palais du Génie civil; — Hirsch, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers; — Huguet, Ingénieur en chef, attaché à la direction des chemins de fer de l'État;
Krebs (le commandant), Ingénieur de la Société des anciens établissements Panhard et Levassor;
Lagout, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, administrateur délégué de la Société ardoisière de l'Anjou; — Lederlin, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la blanchisserie et teinturerie de Thaon; — Lemoine, Ingénieur des Arts et Manufactures, fabricant d'essieux et ressorts; — Lion (Louis), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées;
Magne (Lucien), Architecte du Gouvernement; — Morel, Ingénieur des Arts et Manufactures, fabricant de plâtre et briques; — Muller (Louis-Émile), propriétaire-directeur de la grande tuilerie d'Ivry;
De Nervo, président de la Société des ateliers et chantiers de la Loire;
Peugeot (Eugène), industriel à Hérimoncourt; — Picou, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef des installations électriques à l'Exposition de 1900;
Salomon, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef du matériel et de la traction à la Compagnie de l'Est; — Sciama, administrateur-directeur de la maison Bréguet;
Vogt, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur des travaux techniques à la Manufacture nationale de Sèvres.

*Au grade de chevalier :*

MM.

Adhémar, filateur et tisseur; — Avisse, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef de la Compagnie de Fives-Lille;
Bähr, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur du contrôle des constructions métalliques; — Bel, chef monteur à la Société des ponts et travaux en fer; — Bénard, Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur de phares; — Bergès, Ingénieur-constructeur, à Lancey; — Berthand, Ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé du service de l'éclairage au gaz à l'Exposition de 1900; — Binet, Architecte de la Porte de la Concorde; — Blum, Ingénieur de la voie à la Compagnie du Nord; — Bonnier, Architecte en chef des installations générales à l'Exposition; — Bourdin, Ingénieur, directeur des ateliers et chantiers de la Loire; — Boutrinquien, entrepreneur de travaux publics; — Boyer (Eugène), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur délégué de la Société générale électrique et industrielle; — Branly, docteur ès sciences; — Brulé, Ingénieur des Arts et Manufactures; — Busquet, Ingénieur en chef des établissements Schneider et Cie;
Chamon, président de la Chambre syndicale d'éclairage et de chauffage par le gaz et l'électricité; — Charlon, délégué aux services spéciaux de la section française; — De Chasseloup-Laubat (Gaston), secrétaire du Comité d'organisation du concours d'automobilisme; — Colin, administrateur gérant du familistère de Guise; — Compère, Ingénieur des Arts et Manufactures, délégué général des Associations françaises de propriétaires d'appareils à vapeur; — Crépelle, constructeur-mécanicien à Lille;
Debuchy, Ingénieur des Arts et Manufactures; — Defrasse, Architecte; — Degrully, professeur à l'École d'Agriculture de Montpellier; — Dehesdin, directeur de la Société des établissements Henry-Lepaute; — Delmas (Fernand), Ingénieur des Arts et Manufactures, Architecte; — Depenthes, Architecte du groupe de la colonisation; — Deutsch (Émile), fabricant d'huiles végétales; — Dupont, secrétaire général de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie; — Durassier, Ingénieur civil des Mines;
Esquié, Architecte du Palais médian des Invalides; — Eude (Gabriel), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur du Service des installations mécaniques; — Evette, Ingénieur des Arts et Manufactures, fabricant de papier;
Fleurent, professeur de chimie industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers; — Fleury (Paul), Ingénieur des Arts et Manufactures, gérant du Comptoir de l'industrie linière; — Friedel (G.), Ingénieur des Mines, professeur à l'école de Saint-Étienne;
Girod, Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur des forges de Franche-Comté; — Grosselin, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur du Service des installations électriques;
Hamelle, fabricant d'appareils de graissage; — Hénard, Architecte du Palais de l'Électricité et de la Salle des Illusions;
Javaux, directeur de la Société Gramme; — Jeantaud, constructeur de voitures automobiles; — Jouet-Pastré, secrétaire général du Conseil d'administration de la Société des forges et chantiers de la Méditerranée; — Jourde, Ingénieur attaché à la direction des chemins de fer de l'Ouest;
Labussière, Ingénieur des Arts et Manufactures, Architecte des comités d'installation; — De Laire, fabricant de parfums artificiels; — Larche, Architecte du Palais médian des Invalides; — Levy, chef du Service des travaux mécaniques à la Compagnie parisienne du gaz; — Levy-Salvador, sous-chef du Service technique de l'hydraulique agricole; — Lichtenberger, Ingénieur des Arts et Manufactures, usines Schneider et Cie; — Logre, Ingénieur directeur des établissements Menier, à Noisiel; — Lombard-Gerin, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur électricien;
Maneuvrier, sous-directeur de la Société des mines et fonderies de zinc de la Vieille-Montagne; — Marchegay, Ingénieur des Arts et Manufactures, inspecteur principal au Service des installations générales; — Maréchal (H.), Ingénieur des Ponts et Chaussées, directeur de la Société des transports électriques de l'Exposition; — Masson-Detourbet, Architecte, chargé des sections étrangères; — Masure, délégué aux Services spéciaux de la section française; — Mesnager, Ingénieur de la voie à la Compagnie d'Orléans; — Meunier, Ingénieur principal des installations hydrauliques; — Mewès, Architecte du Palais de l'Économie sociale et des Congrès; — Milon, chef du Service technique à la Société de la Tour de 300 mètres; — Mocomble (Charles de), Ingénieur des Arts et Manufactures, Appareils mécaniques de levage;
Nachon, Architecte du Palais médian des Invalides;
Perraudin, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef de la Société française des forges et aciéries de Huta-Bankowa; — Pinchart-Deny, constructeur-mécanicien; — Poidatz (Alfred), administrateur délégué de la Société nouvelle des établissements Decauville; — Pouthier, Ingénieur de la voie à la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée; — Poupinel, secrétaire de la Société centrale des Architectes; — Pradelle, Architecte des Palais des Manufactures nationales;
Roblaud, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la Compagnie des mines de Dourges; — Roger (Paul), Ingénieur des Arts et Manufactures, fondeur en cuivre et bronze; — Roy, Architecte chargé de la section française;
Senet (Adrien), Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur de machines agricoles à Paris; — Schmidt, chargé de la construction métallique du Palais médian des Invalides; — Sortais, Architecte du Palais de l'Éducation et de l'Enseignement; — Stahl, Ingénieur des établissements Lazare Weiler; — Sticher, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur des établissements Balsan et Cie;
Talandier (A.), directeur de la Compagnie générale des eaux, à Paris; — Teisset, Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur mécanicien; — Thuasne, Ingénieur au service du contrôle des constructions métalliques; — Toudoire, Architecte des Palais des Manufactures nationales; — Tronchet, Architecte du Palais de la Navigation et des Forêts; — Tropey-Bailly, Architecte du Palais de fond de l'Esplanade des Invalides;
Vallot (Henri), Ingénieur des Arts et Manufactures; — Vaucollier, Architecte du Palais des Mines et de la Métallurgie; — Vésier, Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur de la Compagnie française des métaux; — Vidal (Léon), président honoraire de la Chambre syndicale de la photographie; — Violet, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur des ateliers Carpentier.

## NÉCROLOGIE

### M. Auguste de Serres.

Nous avons le regret d'apprendre la mort de M. Auguste de Serres, membre du Comité supérieur de rédaction du *Génie Civil*, qui est décédé à Paris, le 20 courant, à l'âge de cinquante-huit ans.

Ancien élève diplômé de l'École nationale des Ponts et Chaussées, M. de Serres avait joué un rôle important pendant la guerre de 1870-1871, comme collaborateur de Gambetta. Après la guerre, il était entré comme Ingénieur à la Société austro-hongroise privée des chemins de fer de l'État, à Vienne, où il exécuta des travaux considérables et très remarqués. Sa grande compétence en matière de chemins de fer lui valut bientôt d'être appelé à la tête de la direction de cette importante Société; il occupa ce poste avec le titre de Président-Directeur, jusqu'au moment où il prit sa retraite, il y a quelques années.

M. de Serres était beau-frère du regretté M. Rémaury, ancien président du Conseil d'administration du *Génie Civil*. Il était chevalier de la Légion d'honneur.

Ses obsèques ont été célébrées à Paris, le 22 courant, en l'église Saint-Ferdinand. Le corps a été ensuite transporté à Bayonne, où a eu lieu l'inhumation.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 13 août 1900.*

**Géodésie.** — *Nouveau dispositif d'appareils servant à la mesure des bases géodésiques.* Note de M. Alphonse Berget, présentée par M. Lippmann.

Ces appareils sont destinés à la mesure des bases géodésiques en supprimant une partie des corrections que nécessite l'emploi des appareils aujourd'hui en usage et en rendant plus certaines celles de ces corrections qu'on ne peut supprimer.

L'innovation réside dans la substitution, aux règles de 4 mètres, en fer, posées de champ sur deux supports, de règles plates, également de fer, mais flottant sur un bain de mercure.

M. Berget décrit en détail les opérations de réglage et le fonctionnement de ces appareils de mesure et termine en énumérant leurs avantages.

**Physique.** — *Propriétés des dépôts magnétiques obtenus dans un champ magnétique.* Note de M. Ch. Maurain, présentée par M. Mascart.

Les expériences de M. Maurain ont été faites en déterminant les dépôts au moyen de l'électrolyse, à l'intérieur d'une bobine magnétisante disposée près d'un magnétomètre. On pouvait ainsi étudier, d'une part, l'aimantation acquise par les dépôts pendant leur formation dans un champ connu; d'autre part, sans toucher aucunement aux dépôts ni changer leur position initiale par rapport au magnétomètre, les modifications apportées à cette aimantation initiale par des variations de différentes sortes du champ magnétique. L'action de la bobine magnétisante sur le magnétomètre était naturellement compensée.

Le bain employé fut d'abord une solution de sulfate ferreux dans le pyrophosphate de sodium, avec laquelle on obtint toujours d'excellents dépôts, adhérents et brillants. Les cathodes étaient des tiges de laiton, d'environ 0m 50 de longueur et 0cm 4 de diamètre, maintenues dans l'axe de la bobine magnétisante, de manière que leur extrémité inférieure fût dans le même plan horizontal que le centre du miroir du magnétomètre. L'anode était une spirale de fil de platine.

Ces expériences ont montré que, pendant la formation d'un dépôt, dans un champ constant et avec un courant d'électrolyse d'intensité constante, l'action du dépôt sur le magnétomètre croît sensiblement d'une manière linéaire en fonction du temps, sauf cependant pendant une période initiale de quelques minutes dans laquelle l'action reste insensible; après cette période, la courbe représentant la variation est à peu près rectiligne : cela montre, puisque toutes les conditions de l'électrolyse restent les mêmes, que l'intensité d'aimantation des différentes couches du dépôt a la même valeur; l'épaisseur des dépôts (quelques microns) est d'ailleurs restée, dans toutes les expériences, bien inférieure à celle pour laquelle il y aurait eu à tenir compte du champ démagnétisant créé par le dépôt.

Ces expériences ont également permis de constater que l'aimantation uniforme qu'acquiert un dépôt croît avec le champ dans lequel le dépôt est obtenu et que l'aimantation conservée par un dépôt, quand on supprime le champ où il a été produit, est sensiblement égale à l'aimantation qu'il avait acquise sous l'influence de ce champ. De plus, cette aimantation résiduelle est très rigide et peu sensible aux chocs.

**Mécanique chimique.** — *Rôle des discontinuités dans la propagation des phénomènes explosifs.* Note de M. Paul Vieille, présentée par M. A. Cornu.

Les réactions explosives se propagent suivant deux modes distincts. Le premier constitue la combustion simple qui s'opère par conductibilité, avec des vitesses ordinairement très faibles. Le deuxième mode est le régime de détonation ou de propagation par onde explosive, dans lequel la réaction progresse généralement avec des vitesses considérables, atteignant plusieurs milliers de mètres par seconde.

Les conditions relativement simples de la détonation des mélanges gazeux explosifs sont aujourd'hui connues. On sait que la réaction se propage par une onde à vitesse constante, qui est le siège d'une modification physique et chimique. Sa vitesse peut atteindre cinq à six fois la vitesse normale du son dans le milieu. Toutefois le mécanisme intime des phénomènes de détonation reste obscur, et les divers systèmes actuellement en présence ne semblent pas susceptibles de rendre compte des grandes vitesses de propagation observées, si l'on n'y joint pas la notion d'une discontinuité entretenue à l'état de régime par la réaction chimique qui l'accompagne.

Un premier système d'interprétation consiste à scinder, pour ainsi dire, le phénomène de détonation en deux parties; la réaction est considérée comme produite par une élévation de température préalable, due au phénomène purement physique de compression adiabatique du milieu considéré comme inerte. Le phénomène chimique est, dans cette hypothèse, consécutif à la compression et peut même comporter un certain retard par rapport au passage de l'onde mécanique; il n'intervient pas, en tout cas, pour modifier la constitution du milieu dans lequel se propage l'onde mécanique, et son rôle se borne à entretenir la valeur élevée de la condensation propagée par l'onde.

Dans cette hypothèse, la vitesse de propagation est donc la vitesse de propagation d'un ébranlement dans le milieu inerte. Or cette vitesse ne peut être que la vitesse normale du son, tant qu'une discontinuité n'a pas envahi le front de l'onde. A ce moment seulement, une élasticité nouvelle intervient, d'autant plus élevée que la discontinuité des pressions qui s'établit sur le front de l'onde est plus considérable. On trouve, par exemple, en admettant la loi adiabatique dynamique d'Hugoniot, qu'une discontinuité d'une quarantaine d'atmosphères serait suffisante pour assurer la vitesse de propagation de 2800 mètres observée sur le mélange tonnant d'oxygène et hydrogène.

Suivant un deuxième système d'interprétation du mécanisme de détonation, proposé par M. Duhem, le milieu étant considéré comme en état d'équilibre chimique, l'équation caractéristique de ce milieu ne dépend plus seulement de deux variables indépendantes, température et volume, mais encore de la fraction de combinaison du mélange qui assure l'équilibre chimique du système dans chacune de ces transformations. On conçoit donc que l'élasticité de ce milieu, en transformation simultanée physique et chimique, puisse être différente de l'élasticité du même milieu considéré comme inerte, que cette élasticité puisse se trouver surélevée si, par exemple, la réaction est exothermique sans variation de volume, et que cette élasticité soit, au contraire, réduite si la réaction est endothermique.

Dans un milieu en équilibre chimique, la vitesse de propagation, qui est proportionnelle à la racine carrée de cette élasticité, peut donc, même dans l'hypothèse de la continuité du milieu, être différente de la vitesse normale du son.

Il est toutefois à remarquer que les mélanges gazeux détonants peuvent supporter des compressions considérables et des élévations de température de plusieurs centaines de degrés, sans que la variable chimique intervienne. Il est donc nécessaire de concevoir une phase préparatoire, dans laquelle le milieu fonctionne inerte, jusqu'à atteindre la limite des faux équilibres. La réaction chimique ne peut aller plus vite que ce phénomène préparatoire; tant qu'il y aura continuité, cette modification des variables physiques ne peut faire naître une élasticité et une vitesse de propagation différentes de celles qui correspondent à la propagation du son.

On est donc encore, par cette théorie des phénomènes, amené à supposer la création d'une discontinuité. Cette discontinuité mettra en jeu, dans ce cas, l'élasticité complexe résultant de l'introduction, à partir d'une certaine valeur du volume et de la température, de la variable chimique caractérisant la fraction de combinaison.

**Physiologie expérimentale.** — *Application à l'homme de la régénération de l'air confiné, au moyen du bioxyde de sodium.* Note de MM. A. Desgrez et V. Balthazard, présentée par M. Bouchard.

Cette méthode de régénération de l'air confiné est basée sur la décomposition du bioxyde de sodium par l'eau à froid. Dans cette décomposition, l'oxygène produit remplace celui qui a été utilisé par la respiration, tandis que la soude formée simultanément fixe l'acide carbonique de l'air expiré. Le milieu réagissant, étant doué de propriétés oxydantes énergiques, détruit les toxines contenues dans les gaz de la respiration.

Cette réaction a été utilisée pour obtenir la survie d'animaux placés dans des espaces confinés très restreints, alors que, dans ces mêmes milieux, les animaux témoins succombaient rapidement, en l'absence de toute régénération. La démonstration précédente a été étendue à l'homme. Les auteurs présentent à l'Académie un appareil peu volumineux qui a servi à leurs expériences. Cet appareil s'adapte sur le dos de la personne en expérience et ne pèse que 12 kilogr. L'adaptation de ce régénérateur à une veste scaphandre hermétique, permettrait à l'homme de pénétrer impunément dans une atmosphère irrespirable.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CONSTRUCTIONS CIVILES

**Construction de l'usine de la Metropolitan Street Railway C° (New-York).** — L'usine de force motrice de la Compagnie du tramway métropolitain de New-York est un bâtiment en acier mesurant 60m 95 sur 83m 80 et ayant 42m 65 de hauteur; il contient, comme l'a déjà signalé le *Génie Civil* (1), des machines à vapeur et des machines électriques représentant une puissance de 70000 chevaux. Il renferme, en outre, trois rangées de chaudières au-dessous desquelles se trouvent des soutes pouvant contenir 10000 tonnes de charbon. De plus, le bâtiment est desservi par un pont roulant de 30 tonnes supporté à près de 25 mètres au-dessus du sol, de sorte que les charpentes en acier ont à supporter une charge considérable et à résister en même temps aux ébranlements et aux vibrations; aussi a-t-on été obligé de les construire d'une façon particulièrement robuste et rigide.

L'*Engineering Record*, du 28 juillet, décrit en détail le mode d'établissement des fondations, tant du bâtiment que des machines. Tout cet ensemble repose sur des fondations en béton, établies sur 8000 pieux de 0m 30 de diamètre et de 10m 65 à 12m 20 de longueur enfoncés à refus.

L'auteur décrit ensuite le montage des charpentes en acier, qui a été effectué au moyen d'un échafaudage roulant, portant deux grues dont la volée avait une longueur de 15m 25.

Enfin il termine par la description de la cheminée. Celle-ci a 6m 70 de diamètre intérieur et 107m 60 de hauteur : c'est, paraît-il, la plus grosse et la plus haute qu'il y ait aux États-Unis. Sa construction a exigé 3400000 briques. Son poids est d'environ 8500 tonnes, et la pression qu'elle exerce sur le béton de fondation, reposant sur pilotis, est de 3kg 4 par centimètre carré.

#### ÉLECTRICITÉ

**Fours électriques pour la fabrication du carbure de calcium.** — Dans la *Zeitschrift für Elektrochemie*, du 5 juillet, M. O. Frölich publie une étude comparative des fours continus et discontinus employés pour la fabrication des carbures. Le but de cette étude est de réfuter les arguments contre les fours continus, présentés récemment, dans la même revue, par M. H. Carlson, au cours d'un article dont le *Génie Civil* a donné l'analyse (2).

M. Frölich montre que l'extraction du carbure des fours continus ne se fait pas nécessairement par coulées, mais que, dans les fours continus perfectionnés on recueille le carbure à l'état solide, de telle sorte que les chaleurs perdues sont réduites au minimum. De plus, dans les mêmes conditions de travail, la température de formation du carbure paraît plus élevée dans les fours discontinus. Enfin, les rendements en poids des deux systèmes de fours semblent être équivalents, d'après les expériences faites, en se plaçant exactement dans les mêmes conditions.

Le développement qu'ont pris en ces dernières années les fours à fonctionnement discontinu tiennent, non pas au rendement meilleur qu'ils permettent d'atteindre, mais à leur construction plus simple et à la plus grande facilité du travail. Les fours continus semblent cependant devoir se répandre de plus en plus dans l'avenir, car seuls ils permettent d'obtenir des qualités de carbure supérieures, pour la formation desquelles il est nécessaire que les températures des fours se maintiennent entre des limites strictement définies. C'est le seul système de fours, estime l'auteur, qui se prête à une production intensive.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 13, p. 207, et n° 25, p. 411.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 18, p. 287.

HYDRAULIQUE

**Rupture d'un réservoir à Grand Rapids (États-Unis).** — M. Lewis D. Cutcheon décrit, dans l'*Engineering Record*, du 14 juillet, l'accident survenu au réservoir municipal d'eau de Grand Rapids (Michigan), le 2 juillet dernier vers 5 heures du matin. Cet accident a consisté dans la formation d'une brèche dans la paroi du réservoir, brèche par laquelle s'écoulèrent environ 30 000 mètres cubes d'eau qui y étaient emmagasinés. On n'a eu heureusement aucun décès à déplorer, l'alarme ayant pu être donnée aux habitants des maisons qui devaient être emportées quelques instants plus tard. Mais les pertes causées par le passage de cette énorme masse d'eau sont estimées au moins à 150 000 francs; les dégâts subis par le réservoir seul se montent à 25 000 francs.

Ce réservoir était placé au sommet d'une colline, à 800 mètres de la station de pompes située sur les bords du Grand River et à une altitude telle que l'eau y était normalement à 46 mètres au-dessus du sol de cette station. Il avait été construit en 1874 et avait coûté 270 000 francs. En plan, il était de forme circulaire, son diamètre étant de 59m 75 à la partie inférieure et de 82m 60 à la partie supérieure; sa profondeur était de 7m 60, dont 1m 35 en déblai et 6m 25 en remblai. La surface de l'eau devait y être à 6m 10 au-dessus du fond; il contenait alors 30 000 mètres cubes d'eau. Sa paroi circulaire avait 3m 65 de largeur à la partie supérieure, avec une pente de 1 1/2 à 1 vers l'intérieur et de 2 à 1 vers l'extérieur.

Cette paroi était faite en matériaux de remblai bien tassés, contenant une âme composée d'un mélange imperméable d'argile et de sable. Cette âme avait 2m 45 d'épaisseur à sa partie inférieure, 1m 50 à sa partie supérieure et 6m 55 de hauteur; partant du sol naturel, elle s'élevait jusqu'à 0m 90 de la partie supérieure de la paroi du réservoir.

Une couche horizontale du même mélange de sable et d'argile, partant du pied de l'âme, recouvrait, sur une épaisseur de 0m 48, tout le fond du réservoir. L'intérieur de ce dernier était d'ailleurs muni d'un revêtement en moellons.

Le réservoir n'avait jamais donné lieu à aucune fuite importante. La pression de l'eau, transmise à la station de pompes, était, pendant le jour, de 2kg 8, et pendant la nuit, de 4kg 76. Cette dernière pression était considérée comme la pression limite, mais aucun signal n'avertissait lorsqu'elle était atteinte.

On attribue l'accident précisément à ce fait que la pression limite ayant été dépassée, c'est-à-dire la hauteur de l'eau dans le réservoir étant devenue trop considérable, et les pompes ayant continué à fonctionner, l'eau s'est écoulée en déversoir par dessus la paroi du réservoir qui, n'étant pas, par nature, capable de résister à un courant d'eau, a cédé au point le plus faible.

Il semble donc qu'un simple tuyau de trop-plein eût suffi pour éviter cet accident.

**L'alimentation d'eau de la ville de Leipzig.** — Dans la *Zeitschrift für Architektur- und Ingenieurwesen* (1900, fascicule 2), M. Rother décrit les installations récemment faites à Leipzig pour accroître la quantité d'eau distribuée chaque jour dans la ville.

Après un long historique des installations successives faites à Leipzig, depuis 1865, l'auteur décrit les nouveaux travaux que l'on vient d'achever. Au moyen d'un certain nombre de puits, installés dans les forêts de Naunhof, à 15 kilomètres de la ville, on a pu obtenir un débit de 80 000 mètres cubes par jour, d'une eau excellente et n'offrant que l'inconvénient d'être chargée de protoxyde de fer. La transformation du protoxyde de fer soluble en oxyde insoluble est réalisée simplement en laissant couler l'eau dans des canaux découverts, ce qui permet une action prolongée de l'air et favorise la formation de l'oxyde. L'eau se rassemble dans quatre réservoirs dont les contenances sont respectivement de 4 400, 8 000, 8 000 et 6 000 mètres cubes. Les réservoirs reposent sur le sol, à 29 mètres au-dessus du niveau des rues du centre de la ville et à 4 kilomètres de celui-ci. Les eaux sont débarassées de l'oxyde de fer précipité, avant leur passage dans les canalisations urbaines, grâce à des filtres de sable très importants. Ces filtres séparés en multiples bassins ont une surface totale de 2 000 mètres carrés, chaque mètre carré pouvant filtrer 40 mètres cubes d'eau par jour. La couche filtrante a 2 mètres de hauteur; elle comporte plusieurs assises de 0m 50 de sables de diverses grosseurs. La grosseur des grains de sable varie de 12 millimètres à l'entrée de l'eau à 4 millimètres à la sortie de celle-ci. La vitesse du passage de l'eau ne doit pas dépasser 3 centimètres à la minute. La surface des filtres est établie à 0m 70 au-dessous du niveau des réservoirs.

TRAMWAYS

**Les tramways électriques de Pérouse.** — M. F. Tajani, dans le *Genio Civile*, du mois d'avril, public une importante étude sur les tramways électriques de Pérouse, destinés au transport des voyageurs, de leurs bagages et des marchandises.

L'auteur décrit d'abord la station centrale de force qui comporte notamment trois moteurs à vapeur verticaux compound, dont deux de 200 et un de 150 chevaux. Ces moteurs sont accouplés directement aux dynamos qui fournissent du courant à 550 volts et servent à la production de la lumière et de la force motrice.

Le tracé de la ligne dont la longueur est de 4 265 mètres, présente de très fortes pentes, allant jusqu'à 72 °/°°.

Le courant arrive à la voiture par conducteur aérien avec retour par les rails.

L'auteur décrit successivement les particularités du tracé, les voitures automotrices ou remorquées et insiste longuement sur les freins mécaniques et électriques dont sont pourvus les véhicules. Il termine par quelques détails sur les conditions d'exploitation de la ligne nouvelle.

TRAVAUX PUBLICS

**Projet de pont-levis sur le Chicago River.** — Il y a deux mois environ, M. John Ericson, Ingénieur de la ville de Chicago, avait transmis à M. Mac Gann, commissaire des travaux publics, trois projets de pont-levis sur le Chicago River, en demandant qu'ils fussent soumis à un jury composé d'un ingénieur constructeur de ponts et de deux ingénieurs mécaniciens.

L'*Engineering Record*, du 21 juillet, reproduit le rapport de ce jury; il donne en même temps les dessins de l'un des ponts, les deux autres ne différant de celui-ci que par des détails.

Le principe de ces projets est d'abord l'adoption d'un axe fixe de rotation pour le pont-levis, avec culasse à contrepoids oscillant sous et à travers la plate-forme fixe d'approche du pont, et, en outre, la distribution des charges de telle sorte que le centre de gravité de la partie mobile se trouve du côté du fleuve et près de l'axe.

L'emploi d'un axe fixe évite toute variation soudaine de la charge sur les fondations de la pile qui supporte cet axe.

L'ouverture du pont s'effectue au moyen d'un pignon engrenant avec une crémaillère adaptée sur la membrure circulaire supérieure de la culasse. Celle-ci se déplace dans une fosse ménagée dans les maçonneries de la culée.

Ce type de pont comporte un dispositif de verrouillage central, mais n'exige aucun verrouillage postérieur, grâce à la position du centre de gravité. Un frein est disposé sur l'axe du moteur qui actionne le pignon de commande; il y a, en outre, un autre frein d'un nouveau modèle, comportant l'emploi d'une transmission à vis sans fin.

**Pont tournant sur le Spuyten Duyvil Creek, à New-York.** — L'*Engineering News*, du 14 juin, donne la description d'un pont tournant de 88m 60 à double voie, construit en 1899 par la Compagnie du New-York Central and Hudson River Railroad, sur le Spuyten Duyvil Creek, à son confluent avec l'Hudson, à l'extrémité nord de l'île de Manhattan.

Bien que ce pont ne soit pas de dimensions remarquables, il est intéressant en ce qu'il représente le type le plus récent de pont tournant pour chemin de fer, et aussi en ce que les conditions locales ont obligé d'employer un mécanisme de rotation de très faible hauteur. L'établissement des fondations présente d'ailleurs également des particularités intéressantes que l'auteur commence par décrire.

La superstructure se compose de trois travées fixes et d'une travée tournante; sa longueur totale est de 186m 85. La travée tournante, qui a 88m 60 de longueur, est du type à tour centrale avec poutres supportées de part et d'autre par cette tour, type employé communément pour les ponts tournants de chemins de fer en Amérique. Quant aux poutres constituant les travées du pont, elles sont de construction analogue, qu'il s'agisse de la travée tournante ou des travées fixes.

L'auteur explique les conditions dans lesquelles ont été faits les calculs de résistance de la travée tournante.

DIVERS

**L'Exposition des produits d'exportation à Philadelphie, en 1899.** — La *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architecken-Vereines*, des 8 et 15 juin 1900, publie un rapport de M. Richard Knoller, relatif à l'Exposition de Philadelphie qui s'est tenue l'année dernière et où avaient été rassemblés les divers appareils et machines, d'origine américaine, susceptibles d'exportation en Europe.

Après quelques considérations générales sur l'état de l'industrie américaine, qui lui semble actuellement stationnaire, après une période de surproduction excessive, l'auteur passe en revue les appareils qu'il a étudiés durant son séjour à Philadelphie et donne sur chacun d'eux ses appréciations motivées. Il passe d'abord en revue la section des locomotives et rappelle que la production annuelle américaine s'élève à 5 000 locomotives, dont 1 000 pour les ateliers Baldwin. Il décrit ensuite le matériel de wagons, système Pullmann, ceux de la Pressed Steel Car C°, de Pittsburg et ceux de la Goodwin Car C°, de New-York. Passant à l'étude des accouplements entre voitures de chemins de fer, il décrit les types Janney, Buckeye, Acme et Westinghouse. Il cite, en ce qui concerne la voie, les éclissages nouveaux, systèmes de la Price Rail-Joint C° et de la Continous Rail-Joint C°. Parmi les voitures automobiles, il s'attache en particulier à la voiture à essence Oakmann-Hestel et à la voiture à vapeur Stanley.

Il termine par une étude assez détaillée des organes de machines et décrit les régulateurs système Ewen et système Rites, les chaudières inexplosibles système Berry et les purgeurs d'eau Cochrane.

## Ouvrages récemment parus.

**Encyclopédie populaire illustrée du XX° siècle**, publiée sous la direction de MM. Buisson, Denis, Larroumet et Stanislas Meunier. — La série comprendra 120 volumes in-8° écu d'au moins 150 pages chacun. — Société française d'Éditions d'art, Paris. — Prix par unité : le vol., broché, 1 franc; relié demi-toile, 2 francs. Par souscription : les 120 vol., brochés 100 francs; reliés demi-toile, 190 francs.

L'*Encyclopédie populaire illustrée du XX° siècle* est un Répertoire général, méthodique et par ordre de matières, des connaissances humaines.

Pour créer ce Répertoire encyclopédique, on a d'abord établi les grands groupements ci-après :

| | |
|---|---|
| 1° Sociologie ; | 6° Histoire ; |
| 2° Philosophie ; | 7° Géographie ; |
| 3° Jurisprudence ; | 8° Biographie ; |
| 4° Littérature ; | 9° Sciences et applications. |
| 5° Beaux-Arts ; | |

Ces grandes divisions ont elles-mêmes été sériées de manière à constituer une Encyclopédie aussi complète que possible, en 120 volumes, présentant chacun, dans l'ordre alphabétique, un précis complet de chacune des subdivisions étudiées.

Volumes déjà parus : *L'Expansion coloniale*, t. I, t. II. — *La Photographie*. — *Le Jardinage*. — *Le Costume, La Mode*. — *La Minéralogie*. — *La Cuisine*. — *L'Électricité*. — *La Biographie politique du XIX° siècle*, t. I, t. II. — *Les Microbes*. — *L'Architecture*. — *Le Socialisme*. — *Histoire Grecque et Romaine*.

**La Science à travers le Siècle**, par Jacques Boyer. — Ouvrage paraissant par fascicules, petit in-4° de 16 pages, avec de nombreuses illustrations. — Société française d'Éditions d'art, Paris. — Prix de chaque fascicule 0 fr. 50.

C'est l'histoire scientifique du XIX° siècle qu'a entreprise M. Boyer. Le plan adopté par l'auteur est entièrement nouveau. Pour obtenir l'exposition exacte des découvertes, il a donné la parole aux savants qui les avaient faites ou aux contemporains qui avaient assisté à leur naissance. Enfin, l'illustration se compose exclusivement de documents de l'époque (portraits, autographes ou estampes) reproduits en fac-similé.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 18. N° 951. Samedi 1er Septembre 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Palais de l'Électricité *(planche XXVIII)*, p. 317; René Weil. — L'Agriculture à l'Exposition universelle de 1900, p. 324; G. Coupan. — **Mécanique** : Groupe électrogène de 1 000 chevaux Escher-Wyss et Cie et Oerlikon, p. 327; Ch. Parcey. — **Congrès** : Les Congrès de Chimie à l'Exposition de 1900, p. 329; Léon Guillet. — **Législation** : L'Inspection du travail, p. 330; Louis Rachou. — **Variétés** : Machine à vapeur verticale à triple expansion de la Société Escher-Wyss et Cie, p. 331; — Nouveau type de gazogène, p. 332; — Nouveau filtre-presse, p. 333; — Ventilateur à diaphragme pour yacht, p. 332.
Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences (20 août 1900), p. 334. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 334; — Ouvrages récemment parus, p. 336.

*Planche XXVIII* : Exposition de 1900 : Palais de l'Électricité.

## EXPOSITION DE 1900

### PALAIS DE L'ÉLECTRICITÉ

*(Planche XXVIII.)*

**Description générale.** — Le Palais de l'Électricité occupe le fond du Champ-de-Mars; il forme, avec le Château d'Eau qui le précède, un ensemble architectural d'un caractère tout particulier (fig. 1). La genèse de la composition de cet ensemble est, d'ailleurs, assez complexe et il n'est pas sans intérêt d'en indiquer les étapes successives.

On sait que le plan général de l'Exposition de 1900 a pour base la classification même des produits en dix-huit groupes, chacun d'eux ayant en quelque sorte son palais particulier. Parmi ces groupes, il était naturel de mettre celui de l'électricité au premier rang, tant à cause de sa nouveauté que des progrès réalisés depuis vingt années dans les industries qui s'y rattachent. On résolut donc de lui réserver la place d'honneur, au centre même du Champ-de-Mars, adossé à la Galerie des Machines de 1889 que l'on conservait.

Sur cette conception d'ensemble venait se greffer une condition d'ordre pratique qui devait la compliquer singulièrement. Dans le Palais de l'Électricité, en effet, on prévoyait la création de groupes électrogènes fournissant une puissance totale de près de 40 000 chevaux et destinés à fournir l'électricité nécessaire à l'éclairage et à la mise en mouvement des diverses installations. Cette puissance formidable nécessitait un développement énorme de générateurs et de moteurs et, par suite, exigeait, tant pour l'alimentation que pour la condensation, des masses d'eau considérables.



Fig. 1. — Palais de l'Électricité : Vue générale de la façade principale.

Cette eau devait être puisée, en majeure partie, à la Seine par une

usine hydraulique spéciale, qui a été récemment décrite dans le *Génie Civil* [1], et canalisée à l'intérieur de l'Exposition.

Il était intéressant d'employer cette énorme masse de liquide, avant son utilisation finale, à la production d'un effet décoratif ; c'est ainsi que l'on projeta la création d'un Château d'Eau dans lequel l'eau, avant son emploi industriel, devait par la variété de ses jeux, agrémentés le soir de projections lumineuses, créer pour la foule un centre puissant d'attraction.

Ici se posait pour l'Architecte une question importante : quelle forme donner à l'ensemble ? Devait-on revenir au dôme, forme commode et d'un effet sûr ? Or, on avait abusé singulièrement de cette forme aux expositions précédentes, tant françaises qu'étrangères ; le dôme avait constitué le motif central des expositions françaises de 1878 et de 1889, de l'exposition centennale de Chicago, enfin l'exposition de Lyon avait présenté dans cet ordre d'idée une construction de 100 mètres de diamètre et il était difficile de faire mieux. En outre, il était inadmissible de donner à la perspective du Champ-de-Mars un point de vue final identique à celui de l'Esplanade des Invalides dont la coupole de Mansard constituait l'accompagnement forcé. La suppression du dôme s'est donc imposée comme donnée fondamentale de la composition.

L'Architecte s'est ainsi trouvé en présence d'un programme très difficile, consistant dans une façade masquée dans sa partie inférieure par le Château d'Eau, ne comportant pas de dôme, et enfin, par suite de sa position intermédiaire, devant marier les différents axes des constructions nouvelles et anciennes du Champ-de-Mars avec lesquelles elle devait se raccorder.

La solution choisie par l'Architecte consista à surélever suffisamment la partie centrale de l'édifice afin de la rendre nettement visible et de lui donner une forme trilobée enveloppant la silhouette du Château d'Eau (fig. 1 et 2, pl. XXVIII). La partie décorative était donc forcément concentrée dans les lignes supérieures; celles-ci ont été constituées par une véritable dentelle de fer et de verre qui, le soir, soulignée brillamment par l'éclairage de 5000 lampes électriques, produit un très heureux effet.

Trois motifs principaux agrémentent la façade (fig. 1) : au centre, un soleil de 13 mètres de diamètre, à ossature métallique, dont la pointe atteint une hauteur de 71 mètres au-dessus du sol, sert de fond à un groupe symbolisant l'Électricité sous les traits d'une Femme tenant deux sceptres distants de 1 mètre entre lesquels devaient jaillir, le soir, de véritables étincelles électriques. Cette figure est accompagnée de deux bêtes, l'une représentant la pensée ailée sous la forme d'un Pégase, l'autre, sous celle d'un Dragon, synthétisant la puissance matérielle.

De chaque côté de ce groupe principal deux autres motifs d'importance moindre, mais de composition identique, accusent l'ordonnance de la façade (fig. 2, pl. XXVIII).

Il est intéressant de donner quelques détails sur les effets d'éclairage de la crête qui couronne l'édifice et dont les illuminations changeantes s'harmonisent d'une manière parfaite avec les effets lumineux du Château d'Eau, l'ensemble constituant, la nuit, un décor féerique. En premier lieu, les grandes lignes et les motifs principaux sont dessinés par des cordons de lampes blanches directement visibles ; ensuite certains éléments tels que grands balustres, bandeaux, étoiles et globes sont constitués par des lames de verre dépoli serties dans du zinc estampé et sont éclairés par transparence à l'aide de lampes blanches ou de couleur ; enfin d'autres éléments : rinceaux, courbes, arceaux, sont constitués d'une manière identique mais éclairés à distance au moyen de projections électriques à couleurs changeantes. La combinaison de ces éléments permet d'obtenir une grande variété d'effets.

L'ossature métallique qui soutient toute cette décoration constitue la grande salle du Palais de l'Électricité (fig. 7 et 9), elle est remarquable tant par ses formes et ses dimensions que par la hardiesse de sa composition.



Fig. 2. — Palais de l'Électricité : Vue de la salle des groupes électrogènes (usine La Bourdonnais).

L'intrados de cette salle présente (fig. 1, pl. XXVIII), ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, la disposition trilobée; les fermes sont placées dans une direction normale à la façade, leur hauteur, très élevée au centre (43m50 au-dessus du sol), va en s'abaissant progressivement. Cette disposition des fermes par rapport aux façades avant et arrière a beaucoup d'analogie avec certains édifices du Moyen âge composés de deux murs pignons reliés par une série d'arcatures.

La forme trilobée se retrouve dans la membrure inférieure des fermes ainsi que dans certains détails de tôle des piliers qui les supportent.

Les fermes sont entretoisées par des arceaux ; l'ensemble supporte la couverture en zinc par l'intermédiaire d'un quadrillage de chevrons et de solives.

Des hausses pleines placées au-dessus des fermes précisent les lignes principales de la construction.

Des piliers de grandes dimensions supportent les fermes ; en façade, les caissonnements formés par les pièces métalliques qui les composent sont fermés par des verreries moulées, éclairées par transparence au moyen de lampes électriques. Les piliers sont réunis sur les façades avant et arrière par d'immenses verrières très décorées (fig. 1 et 2, pl. XXVIII).

Deux grands vestibules de 17m50 de portée, couverts en plein cintre, encadrent la grande salle dont la longueur est ainsi limitée à 116m40 (fig. 2, pl. XXVIII) ; ces vestibules la relient, d'une part, à deux galeries de 30 mètres qui s'étendent jusqu'aux avenues de Suffren et de La Bourdonnais (fig. 2 et 3), d'autre part, à deux halls dits « des dynamos » qui s'étendent derrière la grande salle et touchent au Palais des Machines [1].

Les deux halls des dynamos ont une portée de 36m30. Par suite de la difficulté de raccorder les axes des diverses galeries, leurs fermes sont dissymétriques, leur intrados est de forme elliptique suffisamment allongée pour dissimuler ce défaut de symétrie qui, en réalité, passe inaperçu.

Une salle hexagonale de 18m50 de côté, formant salon d'honneur,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, nº 16, p. 281.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, nº 25, p. 397.

sépare les deux halls des dynamos et réunit la grande salle à la Salle des Fêtes de la Galerie des Machines; c'est le Palais des Illusions dont le *Génie Civil* a récemment donné la description [1].

Cet ensemble est complété par une longue galerie de $9^m50$ de portée (fig. 11), réunissant les avenues de Suffren et de La Bourdonnais et séparant les nefs que nous venons d'énumérer (fig. 2, pl. XXVIII).

A leurs extrémités, les galeries de 30 mètres sont reliées à la Galerie des Machines, et en bordure sur les avenues, par deux passerelles de $10^m25$ de largeur.

Dans le vide laissé entre les passerelles, la galerie de $9^m50$, les halls des dynamos et l'ancienne Galerie des Machines se trouvent les cours dites « de la force motrice » [2], où sont disposées, sous de grands hangars, les batteries de générateurs fournissant la vapeur aux groupes électrogènes qui, comme nous l'avons vu, sont localisés dans les galeries de 30 mètres.

La salle centrale comporte un plancher à 7 mètres au-dessus du sol; cet étage, situé au niveau général des planchers des constructions du Champ-de-Mars, est accessible directement par les rampes du Château d'Eau, et est, en outre, desservi par deux escaliers monumentaux placés aux extrémités de la grande salle et descendant aux deux galeries de 30 mètres.

Le Palais de l'Électricité, édifié par M. Hénard, le distingué Architecte-Adjoint au Directeur des services d'architecture, est une des constructions de l'Exposition qui ont présenté le plus de difficultés. Le programme à résoudre était particulièrement ingrat; le terrain, enserré de tous côtés par les constructions voisines qu'il fallait raccorder, se prêtait fort mal à une distribution indépendante; celle-ci était en quelque sorte imposée par les circonstances de mitoyenneté; de plus, la proximité du Château d'Eau rendait très laborieuse l'étude de la décoration extérieure.

La construction et le montage de la charpente métallique avaient été confiés, pour la salle centrale à MM. Baudet, Donon et Cie et pour les galeries annexes à la Société des Forges de la Franche-Comté.

**Calcul des fermes de la salle centrale.** — En outre de ses formes harmonieuses, la salle centrale du Palais de l'Électricité offre un intérêt considérable, au point de vue constructif, par les dimensions grandioses et inusitées, de ses différents éléments. Le calcul des fermes de cet immense vaisseau a présenté certaines difficultés théoriques dont la résolution mérite une attention toute particulière; nous allons en décrire la marche générale.

La travée centrale de la grande salle est non seulement plus élevée mais encore présente une largeur plus grande que les voisines, elle offre au vent une résistance énorme; de plus, elle supporte un motif de décoration d'un poids considérable et dont la surface exposée au vent est fort appréciable.

Les fermes de cette travée centrale ont été l'objet d'une étude toute particulière; sous les efforts du vent, la stabilité d'une telle charpente de grande hauteur ($43^m50$) relativement à sa portée ($29^m07$), ne devait pas être très grande, c'est d'ailleurs ce qu'ont montré les calculs préliminaires; pour augmenter cette stabilité, on a ajouté à la ferme ordinaire des travées courantes un contrefort de dimensions suffisantes pour former un arc-boutant sérieux (fig. 4, pl. XXVIII).

Les fermes de la partie centrale se composent donc de deux piliers de $43^m50$, encastrés à leur partie inférieure et réunis à leur partie haute par une poutre à membrure supérieure rectiligne et à intrados de forme trilobée; ces fermes sont à treillis, elles sont surmontées chacune d'une hausse pleine, destinée à accuser les grandes lignes du comble.

Cet ensemble est complété par un solide contrefort à treillis encastré dans le sol et distant suffisamment du pilier pour livrer passage à la galerie de $9^m50$ contiguë à la grande salle.

Le calcul revient à celui d'une ferme élémentaire de forme rectangulaire, complétée par l'adjonction d'une béquille, les trois appuis étant encastrés dans le sol.

On a envisagé séparément l'action des charges verticales et celle des efforts horizontaux provenant du vent.

I. — *Charges verticales.* — La ferme (fig. 4) est soumise :

1° A l'action d'une charge $p$ uniformément répartie comprenant :

Le poids de la couverture, — celui du métal de la ferme, — la composante verticale d'un effort de vent de 120 kilogr. par mètre carré, frappant la couverture sous une incidence de 10° sur l'horizontale, — enfin les surcharges accidentelles dues à la présence de projecteurs électriques, d'un poids appréciable, et du personnel chargé de leur fonctionnement;

2° A l'action de deux charges $P_D$ et $P_C$ égales à la somme des poids des piliers et des travées de pans de fer en façade, et aussi des composantes du poids P du motif central dont l'axe est placé à $7^m27$ de la façade principale.

Fig. 3. — Palais de l'Électricité : Vue de la salle des groupes électrogènes (usine Suffren).

Les valeurs des diverses notations du croquis ci-après (fig. 4) sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| $b = 11^m60$, | $p = 0^t912$, | $I = 0,3$, |
| $L = 40^m67$, | $P_C = 33^t01$, | $I_1 = 0,1$, |
| $H = 43^m5$, | $P_D = 41^t55$, | $I_2 = 0,15$, |
| $b = 32^m5$, | | |

$I$, $I_1$ et $I_2$ sont les moments d'inertie, supposés constants, dans le contrefort, les piliers et la ferme.

Appelons $Q_A$, $S_A$ et $\mu_A$ les réactions horizontale, verticale et le moment d'encastrement de l'appui A, et attribuons-leur une valeur positive dans le sens indiqué par les flèches; de même, soient $Q_C$, $S_C$ et $\mu_C$ les réactions et moments d'encastrement de l'appui C, et $Q_D$, $S_D$ et $\mu_D$ les réactions et moments de l'appui D.

Ces neuf quantités sont inconnues, pour les déterminer il faut écrire neuf équations :

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 14, p. 231.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 23, p. 357.

Les conditions d'équilibre nous en offrent trois, deux de projections, une de moments :

$$Q_A + Q_C + Q_D = 0, \qquad [1]$$

$$S_A + S_C + S_D + P_C + P_D + p(L - l) = 0, \qquad [2]$$

$$\mu_A + \mu_C + \mu_D - S_A L - S_C(L - l) - P_C(L - l) - \frac{p}{2}(L - l)^2 = 0. \qquad [3]$$

Les six autres équations vont nous être fournies par la théorie de l'élasticité.

Rappelons tout d'abord les équations permettant de déterminer dans un arc les déplacements horizontal, vertical et angulaire d'un point quelconque B de

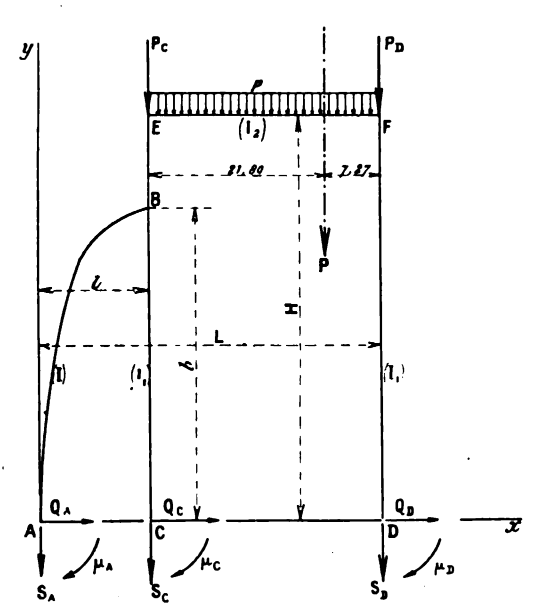



Fig. 4.

coordonnées $x_1$, $y_1$, par rapport à ceux d'un point A de coordonnées $x_0$ et $y_0$ placé à sa gauche (fig. 5), la section en chacun de ces points étant définie par l'angle $\alpha_1$ et $\alpha_0$ qu'elle fait avec un axe déterminé :

$$\Delta x_1 = \Delta x_0 + \Delta\alpha_0(y_1 - y_0) - \int_{s_0}^{s_1} \frac{M(y_1 - y)}{EI} dS - \int_{x_0}^{x_1} \frac{N}{E\Omega} dx + \delta\tau(x_1 - x_0),$$

$$\Delta y_1 = \Delta y_0 - \Delta\alpha_0(x_1 - x_0) + \int_{s_0}^{s_1} \frac{M(x_1 - x)}{EI} dS - \int_{y_0}^{y_1} \frac{N}{E\Omega} dy + \delta\tau(y_1 - y_0),$$

$$\Delta\alpha_1 = \Delta\alpha_0 - \int_{s_0}^{s_1} \frac{M}{EI} dS.$$

Dans ces formules, M et N sont, pour un point quelconque G compris entre A et B, le moment de flexion et la compression longitudinale, — $\Omega$ l'aire de la section, — I le moment d'inertie et $s$ la longueur d'arc comprise entre une origine fixe et le point G considéré, — $\delta$ est le coefficient de dilatation par la chaleur du métal de l'arc et $\tau$ la variation de température à partir de la température de pose, — enfin E le coefficient d'élasticité du métal composant l'arc.

Si l'on amène les axes de coordonnées au point A (fig. 5), que l'on annule les déformations élémentaires négligeables dues à la compression longitudinale

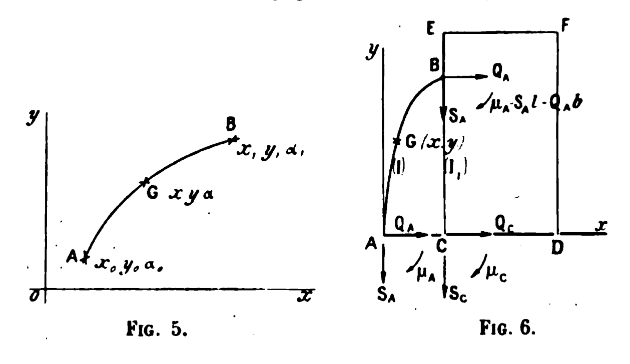



Fig. 5. Fig. 6.

et à la variation de température ; si, d'autre part, on fixe le point A de façon à annuler ses déformations horizontale, verticale et angulaire, on peut écrire les formules suivantes :

$$\Delta x_1 = -\int_{s_0}^{s_1} \frac{M(y_1 - y)}{EI} ds,$$

$$\Delta y_1 = \int_{s_0}^{s_1} \frac{M(x_1 - x)}{EI} ds,$$

$$\Delta\alpha_1 = -\int_{s_0}^{s_1} \frac{M}{EI} ds.$$

Appliquons ces équations à la ferme et appelons $\xi_B$, $\eta_B$ et $\theta_B$ les déplacements horizontal, vertical et angulaire du point B, extrémité de la béquille, de coordonnées $l$ et $b$ (fig. 6).

Si nous considérons ce point comme appartenant au contrefort AB, nous aurons, en appliquant les formules précédentes :

$$\xi_B = -b\int_A^B \frac{M}{EI_1} ds + \int_A^B \frac{My}{EI} ds, \qquad [4]$$

$$\eta_B = -l\int_A^B \frac{M}{EI_1} ds + \int_A^B \frac{Mx}{EI} ds, \qquad [5]$$

$$\theta_B = -\int_A^B \frac{M}{EI_1} ds. \qquad [6]$$

Dans ces formules M, pour un point G quelconque entre A et B, est égal à :

$$M = \mu_A - S_A x - Q_A y. \qquad [a]$$

Au contraire, considérons le point B comme faisant partie de l'arc CEFD, nous pouvons écrire :

$$\xi_B = -b\int_C^B \frac{M}{EI_1} ds + \int_C^B \frac{M}{EI_1} y ds, \qquad [7]$$

$$\eta_B = 0, \qquad [8]$$

$$\theta_B = \int_C^B \frac{M}{EI_1} ds. \qquad [9]$$

Si l'on identifie les équations [4], [5] et [6] avec les équations [7], [8] et [9], on obtient trois nouvelles conditions.

Enfin si nous considérons l'arc CEFD encastré à ses deux extrémités et que nous écrivions que les déplacements de l'extrémité D par rapport à l'appui C

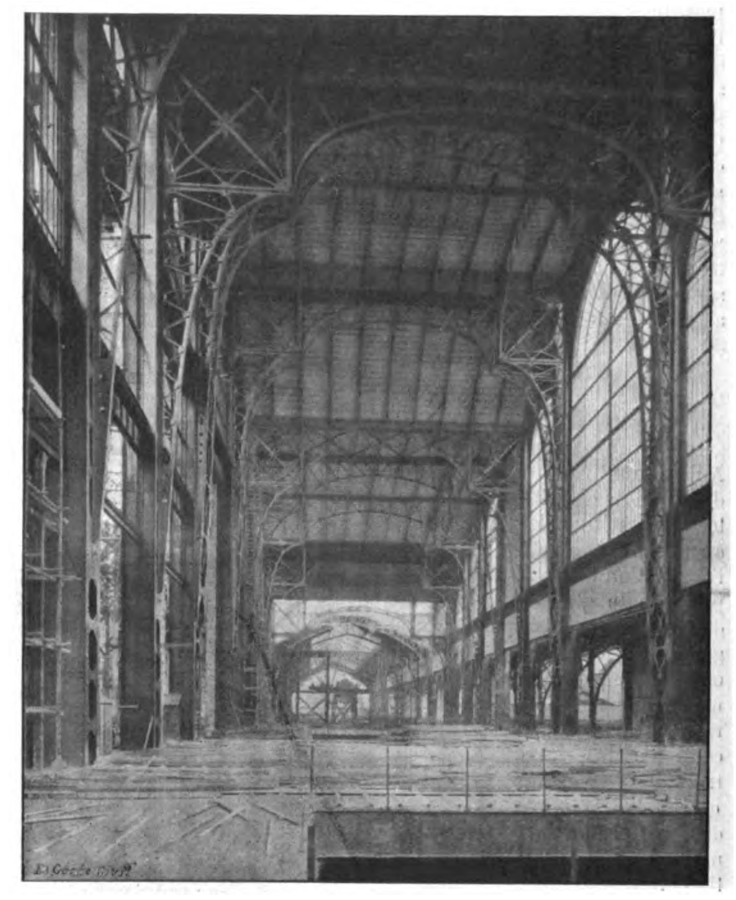


Fig. 7. — Vue de la grande salle centrale, prise immédiatement après son achèvement.

sont nuls, puisque D est encastré, on aura encore trois équations qui seront les suivantes :

$$\frac{1}{I_2}\int_E^F Mx ds + \frac{L - l}{I_1}\int_F^B M ds = 0, \qquad [10]$$

$$\frac{1}{I_1}\int_C^E My ds + \frac{H}{I_2}\int_E^F M ds + \frac{1}{I_1}\int_F^D My ds = 0, \qquad [11]$$

$$\frac{1}{I_1}\int_C^E M ds + \frac{1}{I_2}\int_E^F M ds + \frac{1}{I_1}\int_F^D M ds = 0. \qquad [12]$$

Dans les équations [7] à [12], les expressions à attribuer aux moments de flexion M sont les suivantes :

De C à B : $M = \mu_C - Q_C y,$ [b]

De B à E : $M = \mu_C - Q_C y + \mu_A - S_A l - Q_A y,$ [c]

De E à F : $M = \mu_C - Q_C H + \mu_A - Q_A H - S_C x - S_A(l + x) - P_C x - \frac{p}{2}x^2,$ [d]

De F à D : $M = \mu_C - S_C(L - l) + \mu_A - S_A L - P_C(L - l) - Q_C y - Q_A y - \frac{p}{2}(L - l).$ [e]

Dans ces trois dernières équations, on a pu supprimer l'influence de la béquille AB, en transportant au point B les réactions de l'appui A et en ajoutant à ces efforts les couples résultant de la translation des réactions horizontale et verticale.

Les intégrales définies faisant partie des équations [4] à [12] se calculent aisément en remplaçant M par sa valeur déduite de l'une des équations [a], [b], [c], [d] et [e], suivant que l'intégrale considérée s'applique à l'une des branches AB, BC, BE, EF ou FD.

Pour la branche AB qui est curviligne, on opère par quadrature, en rempla-

çant les infiniment petits par des valeurs définies; on divise l'arc en un nombre quelconque de parties, égales ou non, au milieu de chaque élément correspondent les coordonnées $x$ et $y$ que l'on introduit dans l'équation [$a$]; on obtient ainsi la valeur de M; $\Delta s$ est mesuré à l'échelle des longueurs; on fait ensuite la sommation de termes tels que :

$$\int_A^B \frac{M}{EI} ds = \Sigma_A^B \frac{M}{EI} \Delta s = \frac{1}{EI} \left[\mu_A \Sigma_A^B \Delta s - S_A \Sigma_A^B x \Delta s - Q_A \Sigma_A^B y \Delta s\right].$$

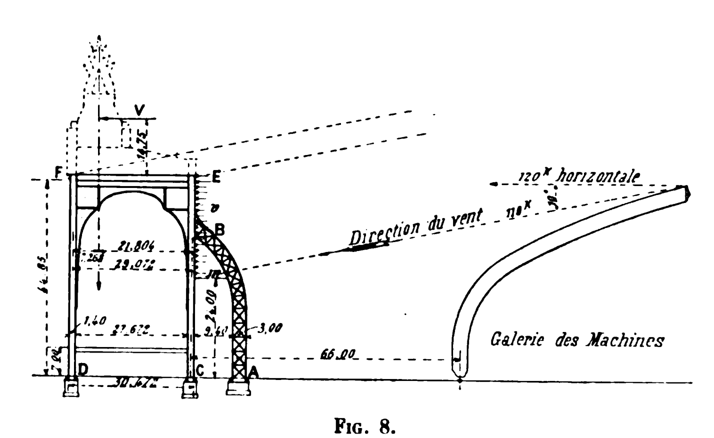



Fig. 8.

Pour les branches rectilignes, l'intégration se fait très simplement; prenons par exemple l'une quelconque de ces intégrales, soit :

$$\frac{1}{I_1}\int_C^E M ds.$$

On a :

$$\frac{1}{I_1}\int_C^E M ds = \frac{1}{I_1}\int_C^B (\mu_C - Q_C y) ds + \frac{1}{I_1}\int_B^E (\mu_C - Q_C y + \mu_A - S_A l - Q_A y) ds$$

$$ds = + dy,$$

$$\frac{1}{I_1}\int_C^E M ds = \frac{1}{I_1}\left[\mu_C \int_0^H dy - Q_C \int_0^H y dy + (\mu_A - l S_A) \int_b^H dy - Q_A \int_b^H y dy\right]$$

$$= \frac{1}{I_1}\left[H\mu_C - \frac{H^2 Q_C}{2} + (\mu_A - l S_A)(H - b) - Q_A \frac{H^2 - b^2}{2}\right].$$



Fig. 9. — Vue de la grande salle centrale, prise le 24 août 1900.

Si l'on remplace $I_1$H, $l$ et $b$ par leur valeur respective, on obtient :

$$\frac{1}{I_1}\int_C^E M ds = 0.1(43{,}5\ \mu_C - 946{,}12\ Q_C + 11\ \mu_A - 127{,}6\ S_A - 418\ Q_A).$$

En résolvant le système d'équations [1] à [12] on arrive par éliminations successives aux résultats :

| | | |
|---|---|---|
| $\mu_A = 14^{tm}108$, | $\mu_C = 5^{tm}305$, | $\mu_D = 8^{tm}991$, |
| $S_A = 0^t697$, | $S_C = 45^t650$, | $S_D = -65^t305$, |
| $Q_A = 0^t886$, | $Q_C = 0^t344$, | $Q_D = -1^t231$. |

II. — *Efforts du vent.* — Les efforts du vent ont été calculés par la même méthode que les charges verticales.

On s'est imposé une intensité de vent égale à 120 kilogr. par mètre carré de surface offerte, la direction de l'effort faisant avec l'horizontale un angle de 10°.

Du côté où la salle centrale est le plus exposée (fig. 8) le vent ne se fait sentir que jusqu'en un point $m$ situé à 24 mètres au-dessus du sol ($h$).

La surface offerte au vent se compose :

1° D'une surface de pan de fer vitré s'étendant de $m$ à E et soumise à un effort uniformément réparti, égal à $v$ par mètre courant;

2° De toute la partie décorative au-dessus de la ferme, correspondant à un effort de vent total égal à V et passant à $14^m75$ au-dessus de la couverture. Cet effort V peut être transporté en E à la condition d'être adjoint à un couple

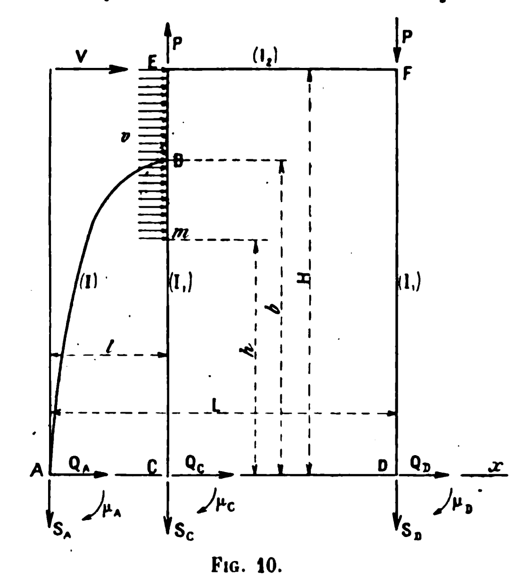



Fig. 10.

égal à V × $14^m75$; ce couple peut être remplacé par deux forces verticales P (fig. 10) de directions opposées, placées en E et en F et égales chacune à :

$$P = \frac{V \times 14^m75}{29^m072}.$$

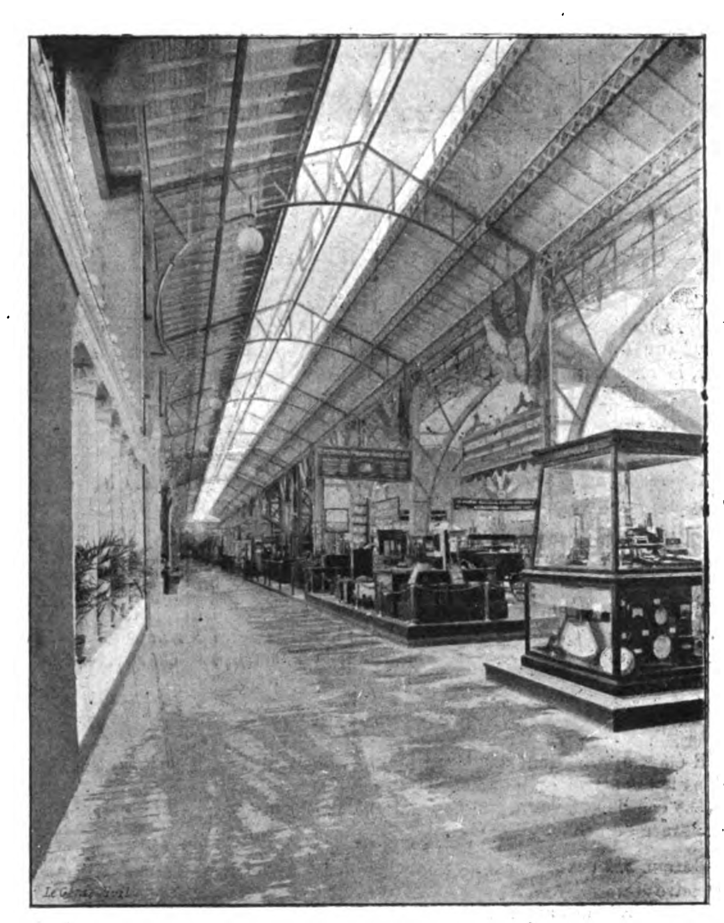


Fig. 11. — Vue de la galerie de $9^m50$, prise le 24 août 1900.

La ferme élémentaire est donc soumise aux efforts indiqués sur la figure 10, dans laquelle :

| | | |
|---|---|---|
| $l = 11^m60$, | $V = 24^t825$, | $I = 0{,}3$, |
| $L = 40^m67$, | $v = 1^t05$, | $I_1 = 0{,}1$, |
| $H = 43^m50$, | $P = 12^t575$, | $I_2 = 0{,}15$. |
| $h = 24^m00$, | | |
| $b = 32^m50$, | | |

Comme précédemment, les neuf réactions d'appuis sont inconnues; pour les déterminer, il faut neuf équations. On a tout d'abord les équations d'équilibre :

$$V + v(H - h) + Q_A + Q_C + Q_D = 0; \quad [1]$$

$$S_A + S_C + S_D = 0; \quad [2]$$

$$VH + v\left(\frac{H^2 - h^2}{2}\right) + \mu_A + \mu_C + \mu_D + P(L - l) - S_A L - S_C(L - l) = 0. \quad [3]$$

On a ensuite les trois équations exprimant les déplacements du point B considéré comme faisant partie de la béquille :

$$\xi_B = -b\int_A^B \frac{M}{EI}ds + \int_A^B \frac{My}{EI}ds; \quad [4]$$

$$\eta_B = -l\int_A^B \frac{M}{EI}ds + \int_A^B \frac{Mx}{EI}ds; \quad [5]$$

$$\theta_B = -\int_A^B \frac{M}{EI}ds, \quad [6]$$

dans lesquelles : $M = \mu_A - S_A x - Q_A y$. [a]

Trois autres équations, exprimant les déplacements du point B, considéré comme faisant partie de l'arc AEFD, s'identifient avec les précédentes :

$$\xi_B = -b\int_C^B \frac{M}{EI_1}ds + \int_C^B \frac{My}{EI_1}ds; \quad [7]$$

$$\eta_B = 0; \quad [8]$$

$$\theta_B = -\int_C^B \frac{M}{EI_1}ds. \quad [9]$$

Enfin, trois dernières équations expriment les déplacements de l'appui D par rapport à C dans l'arc encastré AEFD.

$$\frac{1}{I_1}\int_F^F Mxds + \frac{L-l}{I_1}\int^D Mds = 0; \quad [10]$$

$$\frac{1}{I_1}\int_C^E Myds + \frac{H}{I_2}\int_E^F Mds + \frac{1}{I_1}\int_F^D Myds = 0; \quad [11]$$

$$\frac{1}{I_1}\int_C^E Mds + \frac{1}{I_2}\int_E^F Mds + \frac{1}{I_1}\int_F^D Mds = 0. \quad [12]$$

Les expressions des moments de flexion M qui entrent dans les équations [7] à [12] sont données par les équations :

De C à m : $M = \mu_C - Q_C y$, [b]

De m à B : $M = \mu_C - Q_C y - \frac{v}{2}(y - h)^2$, [c]

De B à E : $M = \mu_C - Q_C y - \frac{v}{2}(y - h)^2 + \mu_A - S_A l - Q_A y$, [d]

De E à F : $M = \mu_C - Q_C y - \frac{v}{2}(H - h)^2 + \mu_A - Q_A H - S_C x - S_A(l + x) + Px$, [e]

De F à D : $M = \mu_C - S_C(L - l) + \mu_A - S_A L + P(L - l) - Q_C y - Q_A y - \frac{v}{2}(H - h)(2y - H - h) + V(H - y)$. [f]

Comme précédemment, on calcule les diverses intégrales définies et on introduit leurs valeurs dans les équations [1] à [12] on obtient un système de neuf équations dans lesquelles les réactions d'appuis entrent au premier degré, la résolution se fait aisément, on obtient successivement :

| | | |
|---|---|---|
| $\mu_A = -514^{tm}543$, | $\mu_C = -55^{tm}310$, | $\mu_D = -150^{tm}056$, |
| $Q_A = -37^t303$, | $Q_C = -4^t825$, | $Q_D = -6^t323$, |
| $S_A = +95^t507$, | $S_C = -77^t453$, | $S_D = -18^t055$. |

Les réactions totales des appuis sont obtenues en superposant les résultats obtenus dans les calculs précédents, on obtient ainsi :

| | | |
|---|---|---|
| $\mu_A = -500^{tm}00$, | $\mu_C = -50^{tm}00$, | $\mu_D = -160^{tm}00$, |
| $Q_A = -36^t4$, | $Q_C = -4^t5$, | $Q_D = -7^t5$, |
| $S_A = +95^t0$, | $S_C = -123^t0$, | $S_D = -83^t4$. |

Les réactions d'appuis étant connues, on en déduit très facilement les moments de flexion M et les compressions longitudinales N en chaque point et, par suite, les sections correspondantes, en vérifiant, pour chacune d'elles, la formule :

$$\pm\frac{Mv}{I} + \frac{N}{\Omega} \leqslant R,$$

R étant le coefficient de travail imposé par le cahier des charges, c'est-à-dire dans le cas actuel $12^k5$ par millimètre carré.

Les treillis et leurs assemblages se calculent, comme d'habitude, par la connaissance de l'effort tranchant.

Calcul des fondations. — Pour justifier les calculs précédents, il est nécessaire de réaliser les hypothèses qui leur ont servi de base et, tout d'abord, créer au droit des appuis, des encastrements égaux respectivement à 500, 50 et 160 tonnes-mètre.

En réalité, les fermes centrales étant jumelées et réunies à leurs pieds par un même massif, les moments d'encastrement à réaliser sont de 1 000 tonnes-mètre pour le contrefort et de 320 pour les piliers verticaux.

Pour réaliser l'encastrement, on charge la base des piliers d'un poids suffisant de maçonnerie pour rendre impossible toute tendance au soulèvement.

Sur la fondation (fig. 12) agissent :

Le moment d'encastrement M, — une charge verticale P suivant l'axe du pilier égale à la réaction S trouvée précédemment augmentée du poids de la maçonnerie, — enfin la réaction horizontale dont la valeur est insuffisante *a priori* pour provoquer un glissement; on la néglige.

Le moment M peut être remplacé par un couple Pλ dont une des forces est dirigée de bas en haut et suivant le prolongement de P, et la seconde de haut en bas, à une distance de l'axe égale à :

$$\lambda = \frac{M}{P}; \quad [1]$$

P étant égal à :

$$P = S + \delta ll'h, \quad [2]$$

δ densité du blocage = 2 000 kilogrammes.

Les deux forces P suivant l'axe s'annulent, il ne reste plus qu'une charge

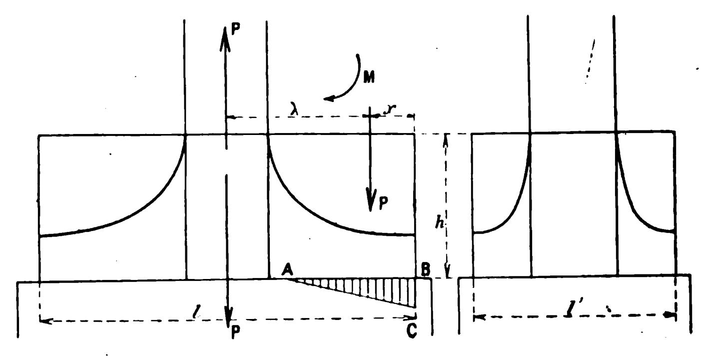



Fig. 12.

verticale P à une distance λ de l'axe du pilier sous l'action de laquelle le massif de fondation ne doit transmettre au sol qu'un coefficient de compression inférieur à la limite admise.

Le travail maximum de la maçonnerie est au point B égal à :

$$R_B = \frac{2P}{3l'\left(\frac{l}{2} - \lambda\right)} \leqslant 5 \text{ à } 6 \text{ kilogr.} \quad [3]$$

En opérant par approximations successives, ont fait varier l'une des trois

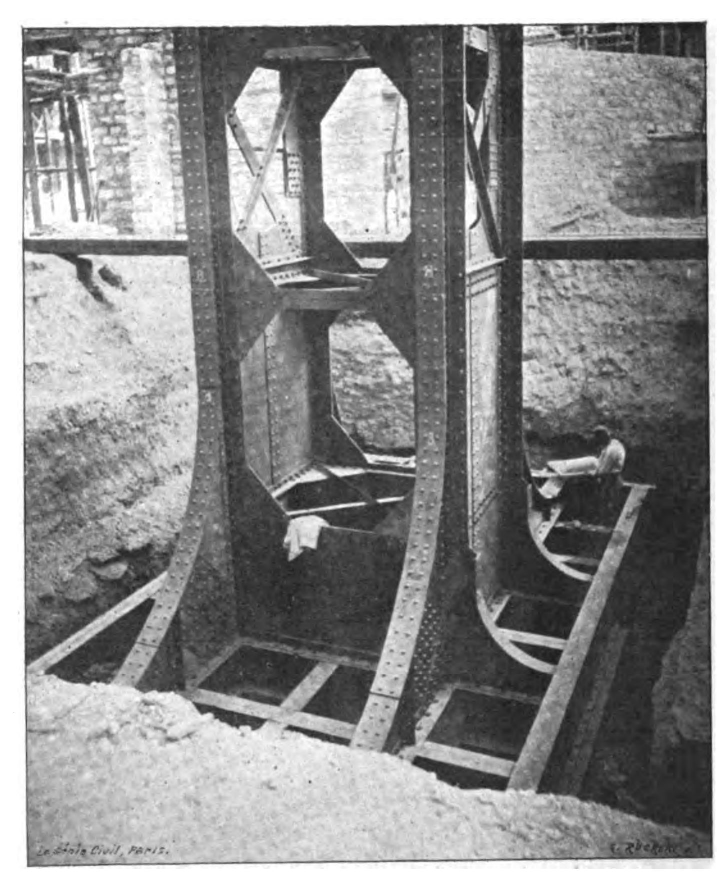


Fig. 13. — Vue de l'encastrement d'un pilier dans le sol.

quantités *h*, *l* ou *l'*, on calcule P à l'aide de l'équation [2], λ à l'aide de [1] et l'on vérifie que l'équation [3] est satisfaite. On a trouvé :

Pour le contrefort : $l = 9$ mètres, $l' = 5$ mètres, $h = 4^m00$;
Pour les piliers : $l = 5$ mètres, $l' = 4$ mètres, $h = 2^m25$.

Ces chiffres montrent l'importance des fondations; le béton de ciment qui a servi au blocage, a été pilonné dans une série de caissonnements métalliques, formant à la base des piliers un sommier très résistant; la figure 13 montre la composition d'un de ces appuis.

*Calcul des fermes courantes.* — Ainsi que nous le faisions remarquer plus haut, les fermes courantes sont identiques de forme aux fermes centrales, mais elles sont de hauteur moindre et ne comportent pas d'arc-boutant.

Le calcul de ces fermes est plus simple, le nombre d'inconnues se réduisant à six.

On peut combiner à la fois l'action des forces verticales et horizontales, le croquis (fig. 14) indique leur disposition. On écrit tout d'abord les trois équations d'équilibre, puis les trois équations élastiques donnant les déplacements de l'appui D par rapport à A, déplacements qui doivent être nuls puisque l'appui D est encastré.

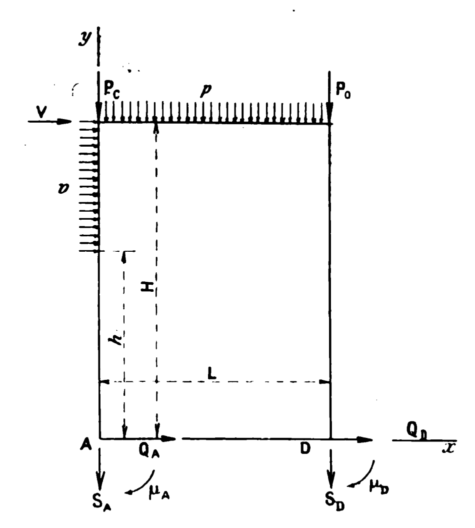



Fig. 14.

Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que le vaisseau formé par la salle centrale et les deux vestibules de 17m 50 contigus, présente sur une longueur totale de 150m 90 et une largeur de 30m 47, l'énorme volume de 165 000 mètres cubes.

Le tonnage de l'acier qui constitue l'ossature de cette charpente s'est chiffré par 2017 tonnes, ce qui correspond à un poids par mètre cube de 12kg 22, non compris les planchers du premier étage. Si l'on ajoute ce dernier poids, on arrive à une totalité de 2340 tonnes donnant un poids par mètre carré couvert de 508kg 77.

**Montage de la salle centrale.** — Les constructeurs, MM. Baudet, Donon et Cie, pensaient tout d'abord utiliser le plancher du premier étage pour y établir les échafaudages de montage; mais en considérant la faiblesse de ce plancher relativement à l'importance des échafaudages nécessaire au levage de la charpente, l'économie résultant de cette pratique eut été largement compensée par les dépenses d'étaiement.

La seule ressource était donc de monter les échafaudages directement sur le sol et, pour ne pas gêner les chantiers voisins, à l'intérieur même de la galerie.

Afin d'opérer rapidement, on constitua trois chantiers :

Le premier correspondait à la travée centrale, sensiblement la plus lourde et la plus délicate à mettre en place, en raison de sa hauteur; un échafaudage fixe fut prévu à l'emplacement de cette travée. Le reste du montage devait être opéré au moyen de deux pylônes mobiles, placés de chaque côté de l'échafaudage central et opérant le levage des diverses travées par déplacements successifs.

Pour donner une idée de l'importance de ces charpentes, disons que les bois de l'échafaudage fixe représentèrent 337 mètres cubes et que ceux de chacun des échafaudages mobiles eurent un volume de 226 mètres cubes.

En raison des dimensions et du poids considérables des éléments de la charpente métallique et aussi du nombre limité de pièces à monter, on prévoyait que le levage suivrait immédiatement l'arrivée des pièces sur le chantier; il fallait donc disposer d'engins puissants en nombre suffisant pour attaquer à la fois le chantier sur un grand nombre de points. Dans ces conditions, l'emploi de chèvres en bois, de grandes dimensions, munies de treuils puissants, était indiqué. Ces chèvres furent placées sur les plates-formes supérieures des échafaudages, au nombre de deux ou quatre par appareil.

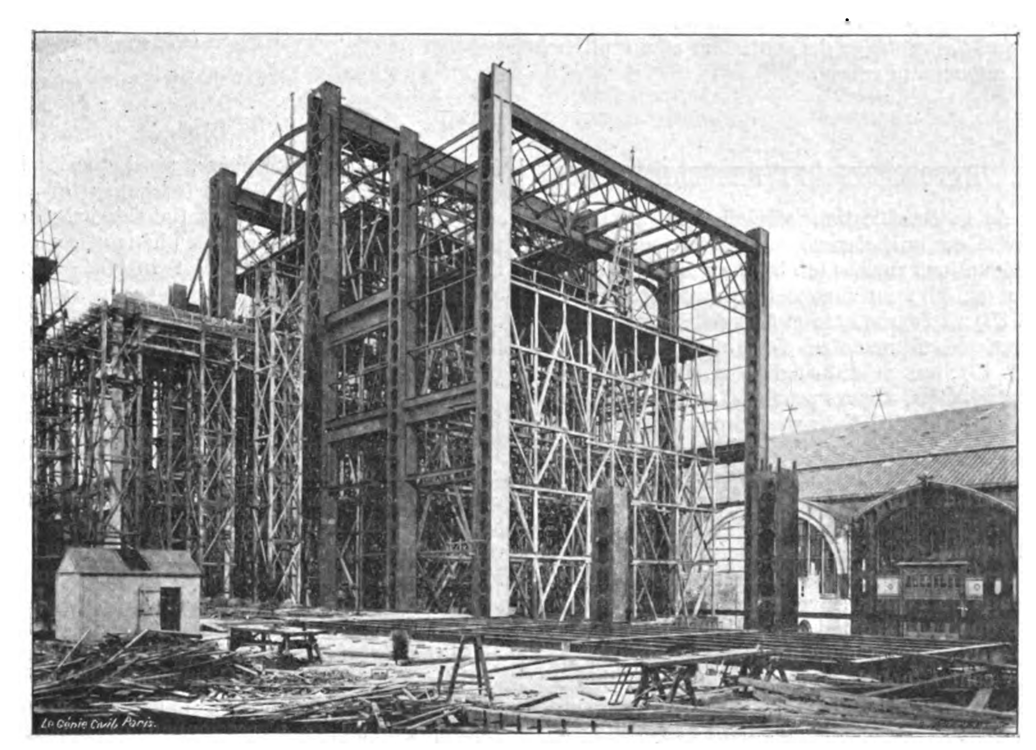


Fig. 15. — Vue prise pendant le montage des fermes de la salle centrale.

Le montage fut conduit de la façon suivante :

Au moyen de chèvres placées sur le sol, on commençait à mettre en place les tronçons inférieurs des piliers de ferme, puis, à l'aide des engins des échafaudages, on continuait à monter les piliers jusqu'à leur extrémité supérieure; en même temps, on assemblait les pièces

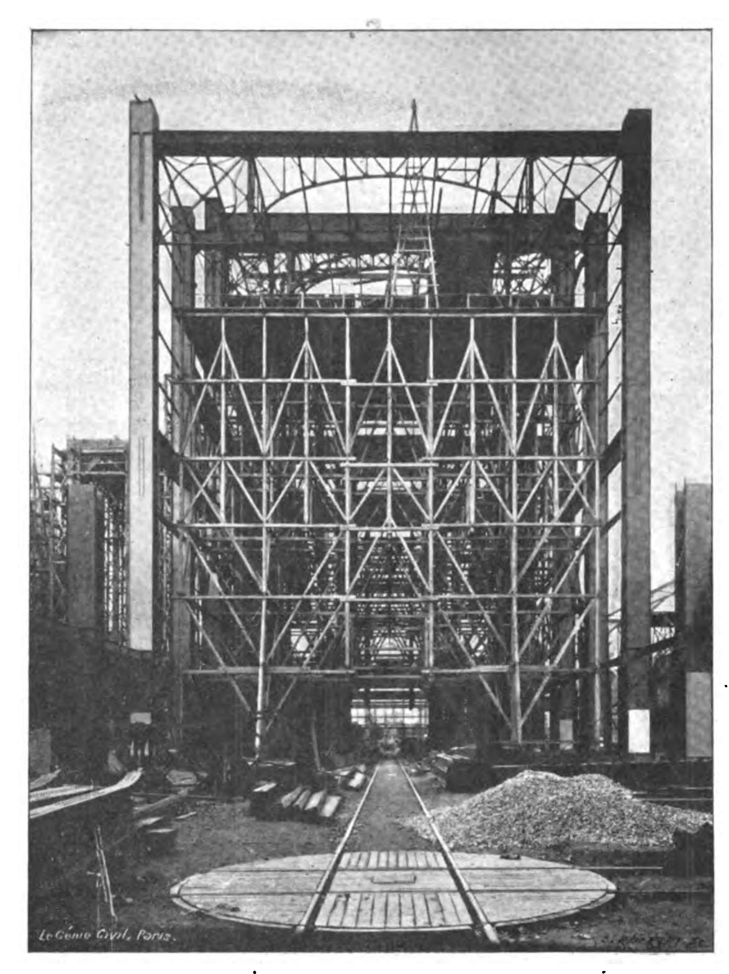


Fig. 16. — Vue en bout de l'échafaudage mobile.

métalliques des pans de fer des façades. On rivait alors la ferme sur la plate-forme supérieure, on la présentait d'une pièce entre les piliers sur lesquels on la boulonnait et on la surmontait de la hausse pleine, amenée par tronçons. On assemblait ensuite les arceaux et on terminait par la mise en place des solives et chevrons. Les figures 15 et 16 permettent de se rendre compte de ces diverses opérations.

La grande difficulté fut la précision du montage, en effet les piliers reposent sur le sol par une base d'appui de grande surface, ils sont de grande hauteur, et devaient être assemblés par tronçons d'un poids maximum de 3 000 kilogr.; il était indispensable de régler rigoureusement leur verticalité et leur implantation, et cela au moment même de la pose; il ne fallait pas, en effet, songer à rectifier à la fin du montage des pièces d'un si gros tonnage; pourtant un léger défaut de niveau de la surface de base eût donné une déviation très sensible à la partie supérieure du pilier.

On ne pouvait d'autre part, compter sur les échafaudages pour

prendre des appuis en cours de montage, on eût été conduit à prévoir des pièces de bois d'équarrissages exagérés.

Pour assurer la verticalité, on commençait donc par régler très exactement le tronçon inférieur du pilier par un plombage rigoureux, on calait soigneusement, s'il était nécessaire, le sommier d'appui, puis on continuait le montage. On reliait les piliers d'une façade à l'autre et en divers points de leur hauteur, au moyen des poutres destinées au plancher de l'étage; on était alors certain d'avoir un parallélisme absolu, on mettait la ferme en place, puis on démontait les poutres qui avaient servi d'entretoises.

Pour la travée centrale, le levage du contrefort, qui se trouvait entièrement en dehors de l'échafaudage, a été opéré au moyen d'une bigue pivotante de 11 mètres de longueur, fixée à la partie supérieure du pilier de ferme. Le tracé des pièces et la précision du montage ont été d'une telle rigueur que l'assemblage du contrefort et du pilier a été obtenu sans aucune retouche ni calage.

Échafaudages. — 1° L'échafaudage central (fig. 17) mesurait en plan 24 mètres suivant la façade et 26m 50 en profondeur ; la plate-forme supérieure de manœuvre fut placée à une hauteur d'environ 39m 30 au-dessus du sol et supportée par 24 poteaux solidement entretoisés et contreventés ; le montage de toute la partie inférieure de la travée centrale fut effectué en se servant d'une plate-forme de manœuvre située à 21 mètres environ au-dessus du sol ; puis au moyen d'entures, on prolongea les supports et on porta leur hauteur au double, pour placer la plate-forme supérieure qui servit au levage de toute la partie haute de l'édifice.

2° Les échafaudages roulants (fig. 18 et 19) couvraient en plan une surface de 13m 60 × 26m 50 ; ils étaient mobiles sur deux files de rails distantes de 15m 60 au moyen de quatre appareils de roulement comprenant chacun deux galets. Les montants verticaux entretoisés solidement au moyen de moises, de croix de Saint-André et d'écharpes, supportaient une plate-forme supérieure de manœuvre, amovible et pouvant se baisser au fur et à mesure des besoins ; la hauteur, égale au début à 28m 50, s'abaissa jusqu'à devenir seulement 19m 50.

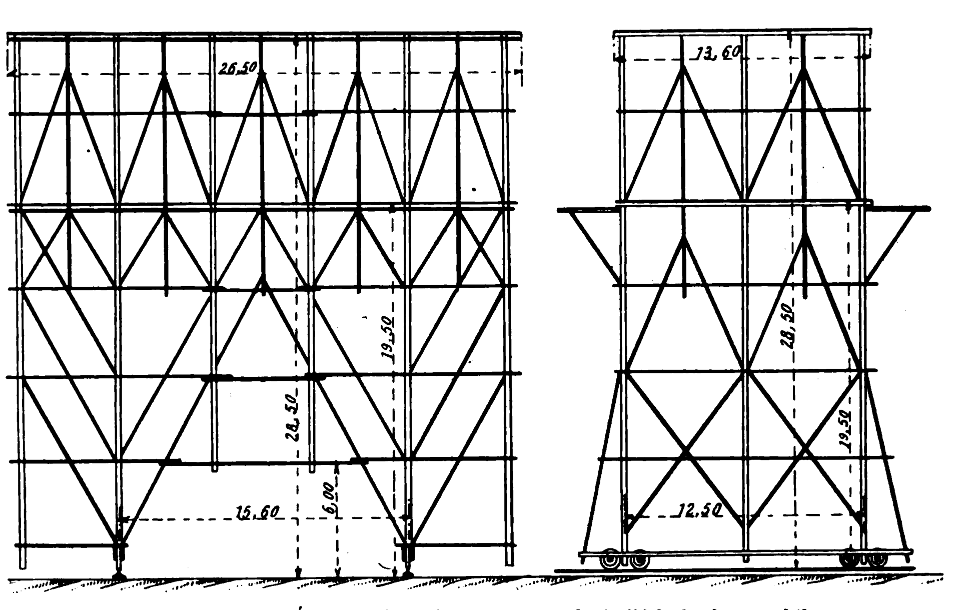



Fig. 17. — Élévation de l'échafaudage central.

Fig. 18 et 19. — Élévation latérale et transversale de l'échafaudage mobile.

La figure 16 représente une vue de face de l'échafaudage mobile.

René Weil,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*
*Inspecteur du Contrôle des Constructions métalliques de l'Exposition de 1900.*

---

## L'AGRICULTURE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

Le septième groupe de la classification officielle, ou groupe de l'Agriculture, est subdivisé en huit classes, consacrées : au matériel et aux procédés des exploitations rurales (cl. 35) ; au matériel et aux procédés de viticulture (cl. 36) ; au matériel et aux procédés des industries agricoles (cl. 37) ; à l'agronomie et à la statistique agricole (cl. 38) ; aux produits agricoles alimentaires d'origine végétale (cl. 39) ou d'origine animale (cl. 40) ; aux produits agricoles non alimentaires (cl. 41) ; enfin aux insectes utiles, à leurs produits, aux insectes nuisibles et végétaux parasitaires (cl. 42). Nous nous proposons de donner ici un aperçu général sur cette partie de l'Exposition, en nous réservant de traiter avec quelques détails les questions qui se rattachent plus particulièrement à l'art de l'Ingénieur ou à l'agronomie proprement dite.

Toutefois, nous ne suivrons pas à la lettre, dans le cours de ce compte rendu, la classification énoncée plus haut, la description de certaines parties du groupe de l'agriculture, malgré le haut intérêt qu'y pourraient prendre quelques spécialistes, pouvant ne présenter qu'un intérêt beaucoup plus restreint pour un grand nombre de lecteurs du *Génie Civil*. Par contre, nous consacrerons quelques lignes à l'enseignement agricole (cl. 5, gr. I) qu'il ne nous est pas possible de séparer, à l'heure actuelle, de l'agronomie, et dont l'exposition est, d'ailleurs, remarquable sous bien des rapports.

Nous examinerons, dans la première partie de ce compte rendu, ce qui a trait à l'agronomie en général et à l'enseignement agricole. Nous nous occuperons ensuite du matériel et des procédés des exploitations et des industries agricoles.

I. — **Agronomie et statistique agricole.** — Sous cette dénomination générale, la classe 38 renferme tout ce qui concerne l'étude du sol, des eaux ou de l'atmosphère, ainsi que les institutions ayant pour but de développer et de perfectionner les procédés de culture ou d'améliorer le sort des populations agricoles, enfin les moyens propres à mettre en lumière les phénomènes économiques intéressant l'agriculture. Cette classe est installée dans l'ancien Palais des Machines ; la section française y occupe, au premier étage, le balcon qui borde la Salle des Fêtes du côté La Bourdonnais et une partie de la galerie qui longe l'École militaire ; les sections étrangères sont réparties dans les expositions agricoles spéciales à chaque nation, qui occupent tout le côté Suffren du Palais.

Cartes agronomiques. — Parmi les documents qui, dans la classe 38, méritent le plus de fixer l'attention, figurent en première ligne les *cartes agronomiques*. Bien que les premières études entreprises à leur sujet ne remontent qu'à un petit nombre d'années, on peut dès maintenant constater combien les résultats déjà acquis, surtout en France, sont considérables et de nature à encourager les agronomes à persévérer dans cette œuvre si éminemment profitable à l'agriculture. La plupart des cultivateurs sont, en effet, dans l'impossibilité de se renseigner sur la valeur de leur sol, en raison du prix élevé des analyses de terres ; la carte agronomique a pour but de leur fournir des indications précises et durables sur la composition physique et chimique du sol, en n'occasionnant cependant pas des dépenses exagérées pour les sociétés ou syndicats qui en entreprennent la confection. L'étude géologique de la région précède toutes les autres recherches ; elle permet de réunir en un seul groupe les parcelles et fractions de parcelles auxquelles conviennent les mêmes cultures et les mêmes engrais, et de n'avoir plus besoin que d'un nombre restreint d'analyses pour obtenir tous les renseignements désirables sur la valeur culturale du sol. Bien entendu, les échantillons à analyser doivent être prélevés avec grand soin, en s'efforçant surtout d'éviter

l'influence des récoltes et des fumures précédentes. Les résultats de cette étude à la fois géologique et chimique sont ensuite reportés sur une carte exécutée à grande échelle (ordinairement un dix-millième, afin d'utiliser les cartes d'assemblage du cadastre) et contenant l'étendue d'un domaine, d'une commune ou même d'un canton ; ce n'est que dans des cas tout particuliers que les cartes agronomiques sont dressées par arrondissements ou par départements.

Si l'on se bornait à transcrire, en marge de la carte ou sur une feuille séparée, les résultats des analyses chimiques, la plupart des cultivateurs, peu au courant de pareilles questions, se trouveraient dans l'impossibilité de les interpréter exactement. Aussi la préoccupation constante des auteurs de cartes agronomiques est-elle la recherche de procédés assez simples et assez frappants de représentation graphique des analyses pour permettre à l'agriculteur de se rendre immédiatement compte, en consultant la carte, de la nature des éléments dont se compose son sol et de la proportion suivant laquelle ces éléments s'y trouvent associés. Parmi les divers procédés appliqués par les différents auteurs, nous en indiquerons quelques-uns qui semblent plus spécialement intéressants.

Il va sans dire, tout d'abord, que les étages géologiques sont soigneusement reportés sur la carte agronomique et délimités avec autant de précision qu'on en peut obtenir dans ce genre de travail. Reste ensuite à représenter la valeur culturale du sol, d'après l'analyse chimique. M. Garola, directeur de la Station agronomique de Chartres, trace sur chaque étage géologique des hachures inclinées suivant des directions conventionnelles qui se superposent à la teinte géologique sans empêcher de la distinguer. La figure 1 permet de

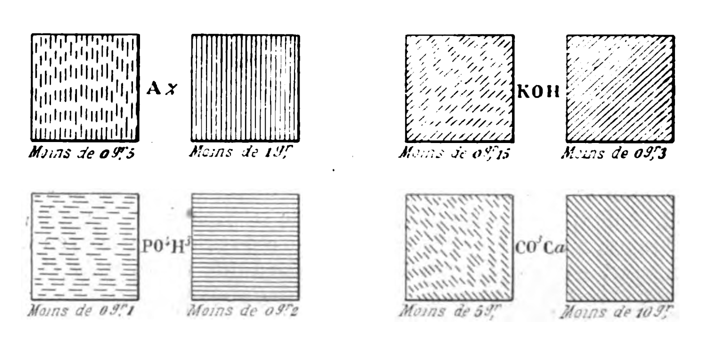



**Fig. 1. — Cartes agronomiques de M. Garola.**

Procédé graphique pour représenter la teneur du sol en azote, acide phosphorique, potasse et carbonate de calcium.

comprendre sans difficulté comment doivent s'interpréter les cartes de M. Garola, dont la figure 2 donne l'aspect. En marge sont dressés des tableaux figurant, par numéros d'ordre qui se réfèrent sur la carte aux numéros des points où ont été prélevés les échantillons, les résultats généraux des analyses : représentation graphique de la composi-

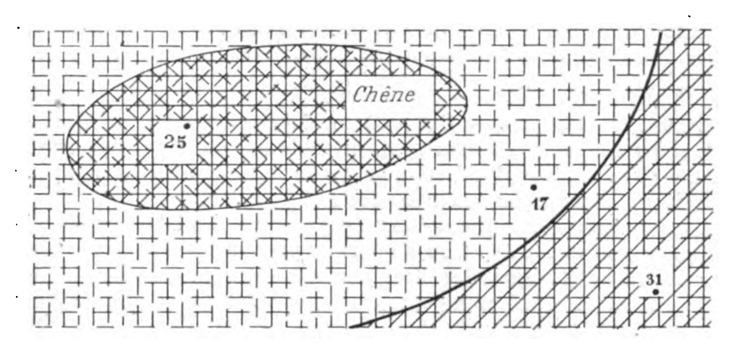



**Fig. 2. — Aspect d'un fragment de carte agronomique d'après le procédé Garola.**

La parcelle 25 manque : un peu d'azote et d'acide phosphorique, beaucoup de potasse et de chaux.
— 17 — beaucoup d'azote et d'acide phosphorique.
— 31 — un peu de potasse et d'azote, beaucoup d'acide phosphorique.

tion physique, proportion pour cent de gravier et débris organiques, sable siliceux, sable calcaire, limon siliceux, limon calcaire et argile, — tableau synoptique de la composition chimique, proportion (en grammes par kilogramme de terre) de l'azote total, de l'acide phosphorique total ou assimilable, de la potasse et du calcaire. Quelques données sur la nature du sous-sol complètent ces indications.

La plupart des cartographes agronomes emploient un procédé tout différent, consistant à représenter les différents éléments du sol par des bandes coloriées mises bout à bout ou côte à côte, et dont la longueur est proportionnelle à la teneur révélée par l'analyse. Certains d'entre eux placent sur la carte même les petits tableaux multicolores ainsi obtenus, à côté du point de prélèvement de l'échantillon correspondant. D'autres préfèrent conserver à la carte géologique sa physionomie intacte et exécutent les tableaux dans la marge ou même sur une feuille séparée, en ayant soin de grouper ces tableaux par étages géologiques et de les affecter de numéros d'ordre correspondant à ceux de la carte.

Les tableaux de M. Vincey, professeur départemental d'agriculture de la Seine, expriment les analyses en grammes par kilogramme de terre. Ils sont divisés en deux parties ; dans la section supérieure (fig. 3) sont figurés par des bandes verticales parallèles les résultats

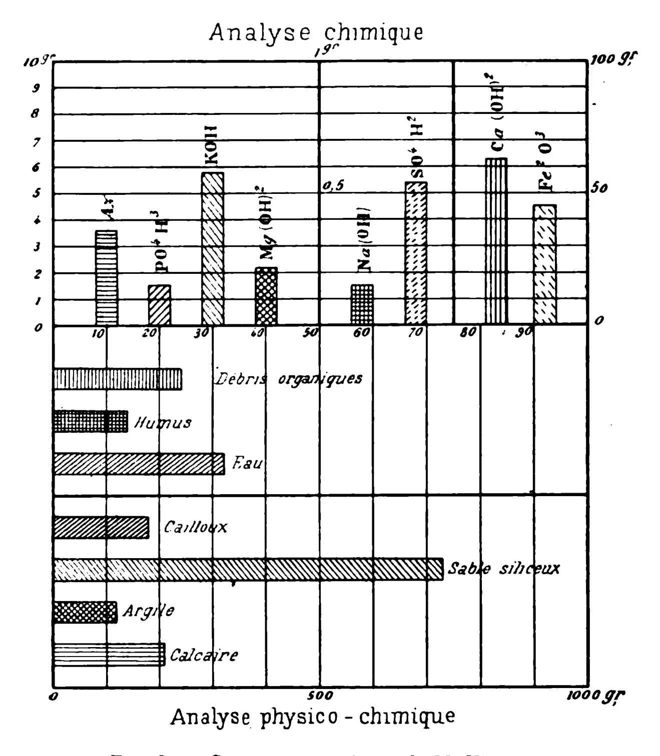



**Fig. 3. — Cartes agronomiques de M. Vincey.**

Représentation de la composition du sol en grammes par kilogramme de terre.

de l'analyse chimique ; dans la partie inférieure sont représentés par des bandes horizontales les éléments qui entrent dans la composition physique du sol. On remarquera que, pour ne pas exagérer les dimensions du tableau, les échelles adoptées pour les divers éléments sont différentes.

Ceux de M. Duclos, chimiste de la Société d'agriculture de Meaux, sont plus simples (fig. 4) ; ils sont divisés en deux bandes verticales et figurent, dans celle de gauche, l'azote, l'acide phosphorique et la potasse en millièmes par centimètre de hauteur, et dans celle de

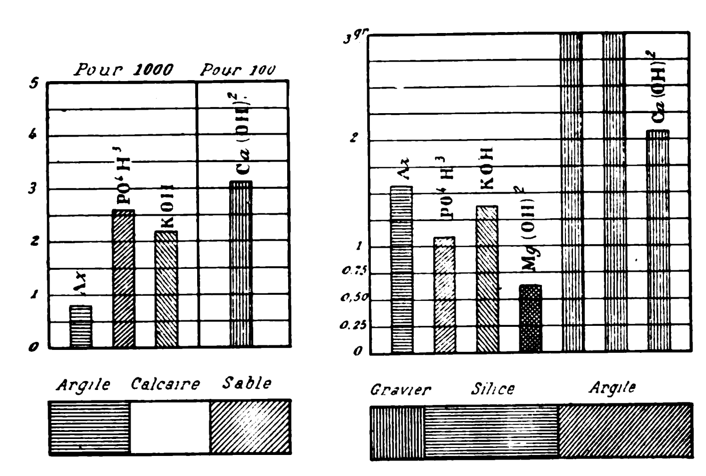



**Fig. 4. — Cartes agronomiques de M. Duclos.**

Représentation de la proportion d'éléments fertilisants contenus dans le sol.

**Fig. 5. — Cartes agronomiques de M. Lechartier.**

Représentation de la composition du sol en grammes par kilogramme de terre.

droite, la chaux en centièmes. Une bande horizontale placée en dessous du tableau et divisée en autant de parties que cela est nécessaire indique la nature physique du sol et la présence de certains éléments, comme l'argile, le calcaire, le sable.

M. Lechartier, directeur de la Station agronomique de Rennes, emploie des tableaux du même genre, mais ne comportant qu'une seule échelle, ce qui oblige à représenter par plusieurs bandes de la même couleur les éléments très abondants dans le sol (fig. 5). Une

bande horizontale coloriée indique, en dessous du tableau principal, la composition physique du sol.

M. Vezin, professeur départemental de Loir-et-Cher, accompagne chaque point de prélèvement d'échantillon d'une sorte de drapeau double sur lequel des bandes coloriées reproduisent les résultats des analyses physique et chimique du sol et du sous-sol (fig. 6).

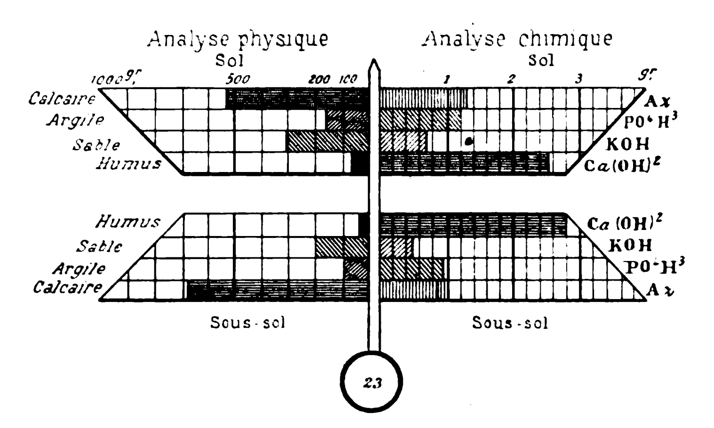



Fig. 6. — Cartes agronomiques de M. Vezin.

Représentation de la composition du sol en grammes par kilogramme de terre.

Dans ces quatre procédés, les tableaux sont exécutés sur la carte même, aussi près que possible des points auxquels les analyses se rapportent. Dans les cartes agronomiques de M. Chauzit, au contraire, chaque point analysé est simplement affecté d'un numéro d'ordre ; en marge, à côté des numéros correspondants, se trouvent l'indication des lieux dits, des numéros du cadastre et la composition physique et chimique du sol, indiquée par des bandes coloriées mises bout à bout. Au bas du tableau, M. Chauzit figure, de la même façon et à la même échelle, la composition d'un terrain de bonne qualité, de sorte que l'agriculteur déduit immédiatement des dimensions relatives des bandes coloriées la valeur du sol qu'il cultive et la nature des engrais qu'il doit y ajouter.

M. Magnien, inspecteur de l'agriculture, reporte également en marge les indications de l'analyse, mais les bandes coloriées au moyen desquelles il figure les différents éléments sont placées parallèlement entre elles, ce qui rend la lecture des tableaux plus facile. La nature physique du sol ou du sous-sol est représentée par une bande verticale divisée en autant de sections qu'il est nécessaire de le faire, en classant les éléments par ordre d'importance, le plus important à la partie supérieure. La proportion de chaux est figurée sur le même tableau que l'azote, la potasse, etc., mais à une échelle cinq fois plus petite.

La composition d'une terre moyennement riche, estimée à 1 °/₀ d'acide phosphorique, de potasse et d'azote, et à 30 °/₀ de chaux, est indiquée par des traits verticaux traversant tout le tableau et de la couleur adoptée pour chacune de ces matières.

On pourrait citer également, dans les expositions de comices, de stations agronomiques et de chaires d'agriculture, un certain nombre de cartes agronomiques, agrologiques ou calcimétriques, dans lesquelles sont employés d'autres procédés de représentation. Mais cela nous entraînerait à de trop longs développements qui sortiraient des limites du présent article, où nous n'avons nullement la prétention de donner au lecteur une étude complète de la question des cartes agronomiques ; nous nous bornerons donc aux simples indications qui précèdent, en limitant notre examen aux procédés qui semblent réunir les qualités les plus indispensables aux documents de ce genre, c'est-à-dire la simplicité et la facilité d'interprétation.

Statistique. — La *Statistique* occupe également une large place dans la classe 38. A signaler, tout d'abord, l'exposition du Ministère de l'Agriculture, où sont figurés, sur de vastes graphiques, les résultats des enquêtes administratives sur la production des céréales, les rendements moyens, les importations et exportations, etc. Les sociétés d'agriculture, syndicats et comices agricoles français et étrangers fournissent aussi de nombreux et intéressants documents sur les variations de la valeur du sol et des prix de fermage, sur la main-d'œuvre rurale, les productions animales et végétales des régions dans lesquelles ils se sont constitués.

Stations agronomiques. — Parmi les institutions d'ordre scientifique ayant pour but de favoriser le développement de l'agriculture, il convient de signaler, en première ligne, les *Stations agronomiques* et les *Laboratoires agricoles*, dont les nombreuses expositions présentent généralement le plus grand intérêt. Les premiers établissements affectés à des recherches de ce genre, dont la conception remonte à Lavoisier, ont été fondés de 1840 à 1850, sous l'inspiration de Boussingault, Lawes et Liebig; on en compte aujourd'hui 69 en Allemagne, 54 aux États-Unis, 30 en Angleterre, 47 aux Indes, 13 au Japon, 71 en France, etc. Notre pays est donc un des mieux partagés au point de vue du nombre; malheureusement si on fait la comparaison des ressources budgétaires de ces établissements, on reconnaît que l'avantage est loin de nous rester ; en effet, les 69 établissements allemands disposent annuellement de 3 millions de francs, les 54 américains ont un budget de 6 millions, tandis que les 71 français ne peuvent disposer à eux tous que de 265 400 fr. par an. Avec des crédits aussi restreints, les directeurs de stations ne peuvent s'entourer du personnel nécessaire, ni se munir d'un matériel suffisant pour entreprendre et mener à bien les travaux et recherches agronomiques qu'ils auraient tant d'intérêt à pouvoir effectuer sans être entravés par l'épuisement trop rapide de leurs maigres ressources. Il leur est donc bien difficile de fournir en abondance aux cultivateurs des résultats d'expériences nombreuses, capables de les guider et de les convaincre des avantages et des inconvénients de certaines méthodes ou de certains produits.

La plupart des stations agronomiques françaises et étrangères ont exposé des plans, dessins et tableaux montrant les installations, l'outillage et le personnel dont elles sont pourvues, ainsi que les travaux qu'elles exécutent. Il en est de même pour la station d'essais de machines agricoles (France), seul établissement de ce genre qui existe en France ou à l'étranger, et dont l'exposition comporte, en outre, plusieurs appareils dynamométriques de précision imaginés par son directeur, le professeur Ringelmann. A citer également la station agronomique de l'Est et le laboratoire de la Compagnie générale des voitures à Paris, dirigés tous deux par M. Grandeau et qui font connaître : les résultats des recherches effectuées au champ d'expériences du Parc des Princes et à la ferme Hamet à Survilliers (Seine-et-Oise) ; les travaux sur la bactériologie du lait par M. le docteur Cathelineau ; les belles recherches de MM. Grandeau et Alekan sur l'alimentation du cheval et la valeur nutritive du sucre, qui prouvent que le foin est un aliment peu favorable à l'entretien des chevaux et que la plus grande somme de travail s'obtient avec peu de matières azotées et beaucoup de matières hydrocarbonées.

M. Aubin, directeur du laboratoire de la Société des Agriculteurs de France, a exposé un laboratoire modèle de chimie agricole en vraie grandeur, pourvu d'appareils et de dispositifs intéressants et pratiques.

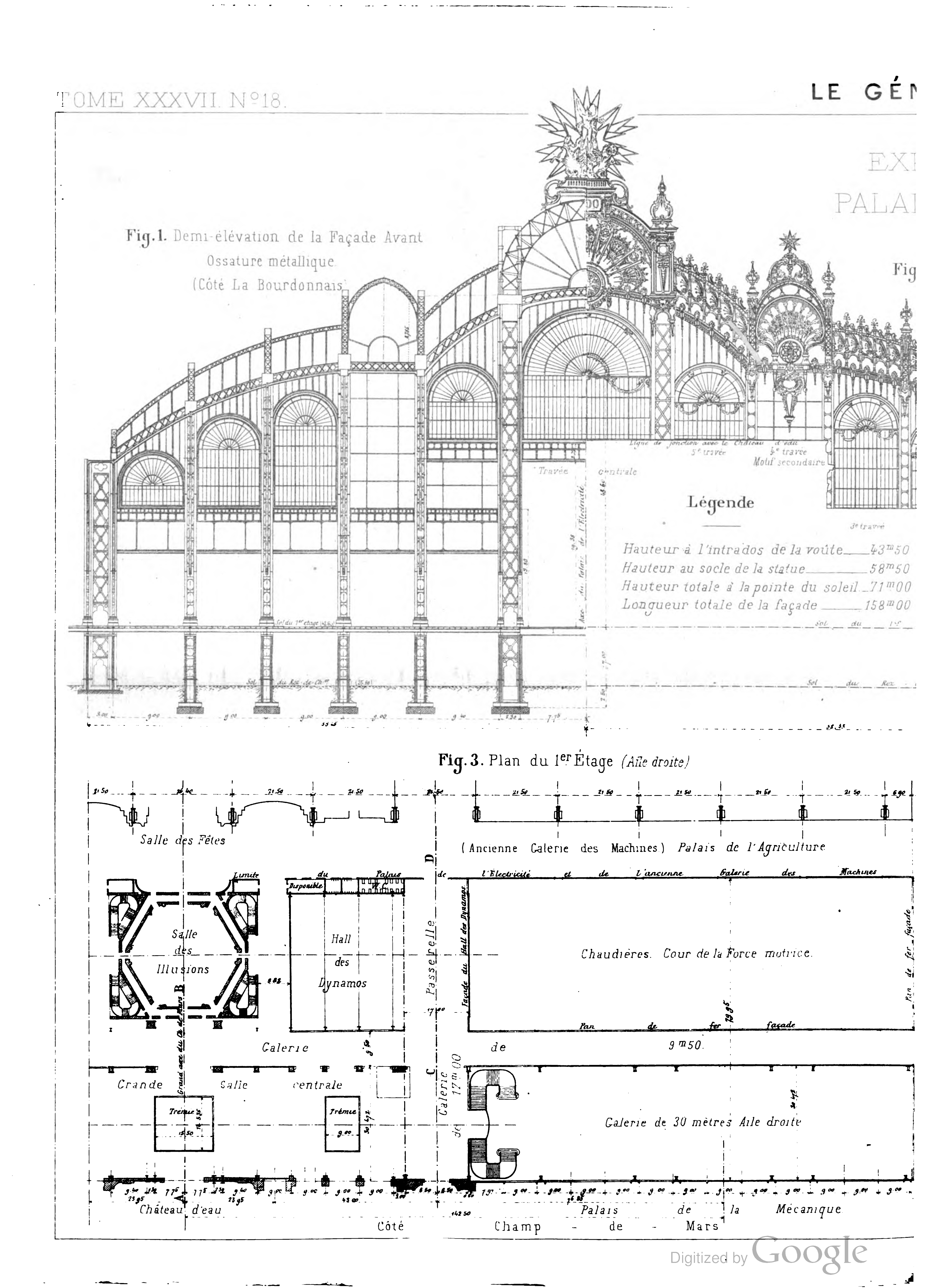
Dans la section russe, il convient de signaler la belle exposition du Comité de météorologie agricole, comprenant plusieurs appareils enregistreurs fort ingénieux pour l'étude des courants atmosphériques, des pluviomètres enregistreurs et des graphiques résumant une longue série de recherches relatives aux variations de la température dans le sol à diverses profondeurs et à l'influence de la neige sur le refroidissement des terres.

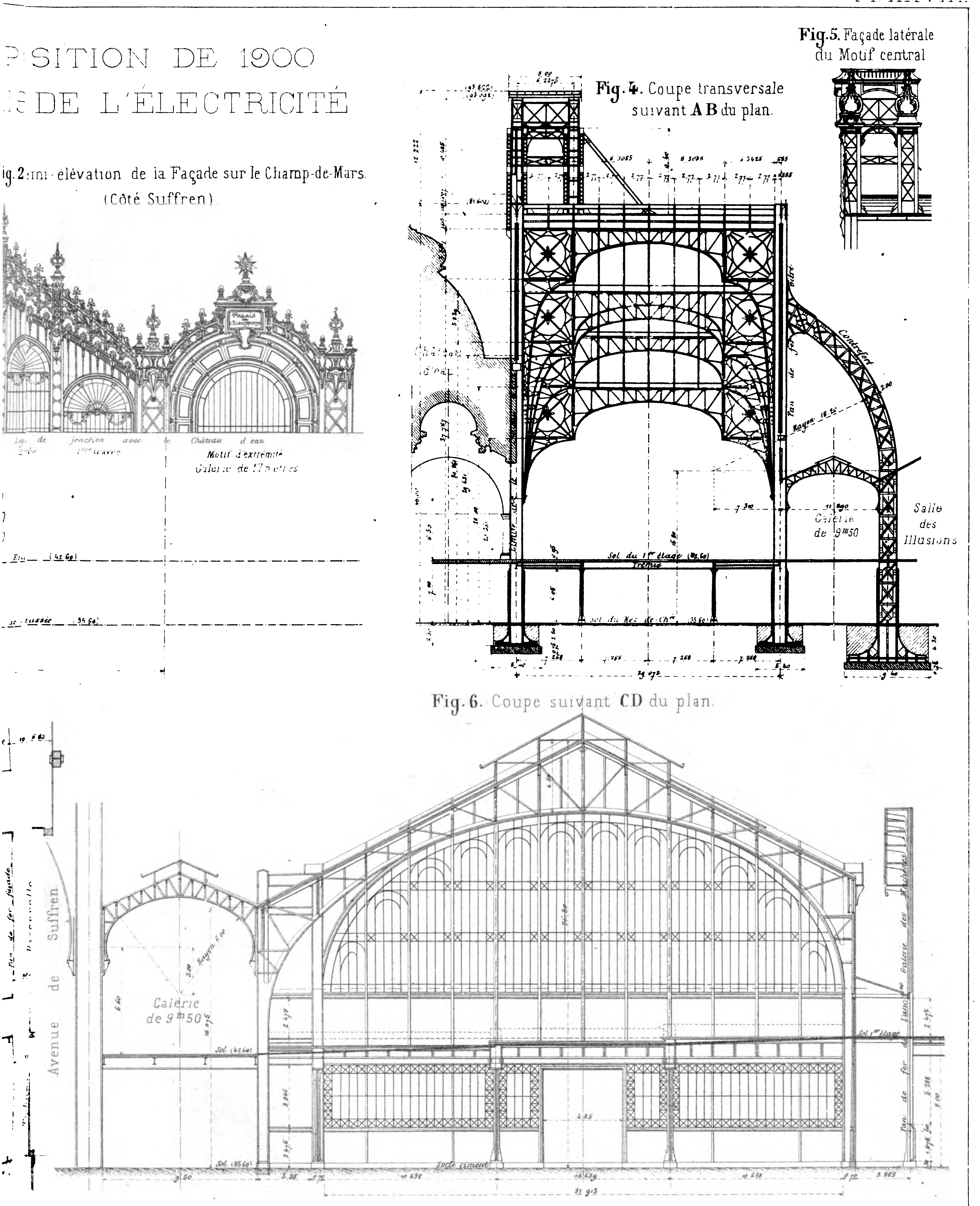
L'exposition agronomique d'Autriche, remarquable à bien des points de vue, attire plus particulièrement l'attention par les *stations d'essais alpines*, vastes champs d'expériences, situés en pleine montagne, où l'on étudie les plantes fourragères ou arbustives auxquelles conviennent plus spécialement le sol et le climat. Il serait fortement à désirer que de semblables stations fussent instituées en France, pour contribuer à l'amélioration de l'important domaine de montagnes que nous possédons.

Syndicats agricoles. — On peut constater, non sans satisfaction, que si les différents gouvernements civilisés accordent des encouragements à l'agriculture, l'initiative privée fait également beaucoup pour favoriser l'amélioration des méthodes culturales.

Dans toutes les expositions étrangères figurent des tableaux ou graphiques montrant la situation de plus en plus prospère des syndicats, comices ou sociétés agricoles, l'augmentation constante du nombre des adhérents et les bénéfices toujours croissants qu'ils font réaliser à leurs membres.

En France également, on a compris les avantages de l'association ; il est même à présumer que, dans un petit nombre d'années, la plupart de nos agriculteurs auront reconnu que, seule, l'association peut leur assurer de meilleurs rendements, tout en diminuant les prix de revient et leur permettre de lutter efficacement contre la concurrence étrangère. Signalons, dans cette catégorie : les expositions du Comité central agricole de la Sologne ; de la Société centrale d'agriculture de la Haute-Garonne ; de la Société d'encouragement à l'agriculture de la Haute-Saône, qui a établi un système d'assurance mutuelle contre la mortalité du bétail ; de la Société nationale d'encouragement à l'agriculture ; du Syndicat central des Agriculteurs de France, dans laquelle plusieurs graphiques d'une grande clarté font ressortir nettement les avantages que procure le groupement pour les achats de machines, d'engrais, de semences, etc.; de la Société d'agriculture de l'Indre qui, fondée en 1801, n'a cessé de prodiguer des encouragements de toutes sortes à la création des prairies artificielles, au développement de l'enseignement agricole primaire, aux essais dynamométriques d'instruments, à la confection des cartes agronomiques, aux concours de chiens de bergers, etc., et qui a provoqué de remarquables études sur le métayage et les baux à colonage partiaire ; de la Société des


EXI
PALAI
Fig.1. Demi-élévation de la Façade Avant
Ossature métallique
(Côté La Bourdonnais)
Fig
Ligne de jonction avec le Château d'eau
5e travée
4e travée
Motif secondaire
Travée centrale
Légende
Hauteur à l'intrados de la voûte 43m50
Hauteur au socle de la statue 58m50
Hauteur totale à la pointe du soleil 71m00
Longueur totale de la façade 158m00
Fig. 3. Plan du 1er Étage (Aile droite)
Salle des Fêtes
(Ancienne Galerie des Machines) Palais de l'Agriculture
Limite du Palais de l'Électricité et de l'ancienne Galerie des Machines
Disponible
Salle des Illusions
Hall des Dynamos
Passerelle
Façade du Hall des Dynamos
Chaudières. Cour de la Force motrice.
Pan de fer façade
Galerie de 9m50.
Grande Salle centrale
Grand axe du Ch. de Mars
Trémie
Galerie de 17m00
Galerie de 30 mètres Aile droite
Château d'eau
Palais de la Mécanique
Côté Champ - de - Mars


POSITION DE 1900
DE L'ÉLECTRICITÉ
ig. 2. Demi-élévation de la Façade sur le Champ-de-Mars.
(Côté Suffren)
Château d'eau
Motif d'extrémité
Galerie de 17 mètres
Fig. 4. Coupe transversale suivant AB du plan.
Contrefort
Rayon 18.50
Galerie de 9m50
Salle des Illusions
Sol du 1er étage (42.60)
Trémie
Sol du Rez de Ch.ée (35.60)
Fig. 5. Façade latérale du Motif central
Fig. 6. Coupe suivant CD du plan.
Avenue de Suffren
Galerie de 9m50
Rayon 6.00
Sol (42.60)
Sol (35.60)
Socle ciment
Sol 1er étage
31.915
(8470) Imp. A. Gentil, 168, faub.g St Denis Paris

Agriculteurs de France, qui compte aujourd'hui plus de 300 000 membres, a distribué depuis 1868 pour plus d'un million de francs de prix, subventions et encouragements, et qui a institué des services spéciaux pour l'achat et la vente en commun, les champs d'expériences, les industries agricoles coopératives, la prévoyance, la mutualité, l'instruction professionnelle, le placement des ouvriers, les assurances, crédit et secours mutuels, les conférences, examens et diplômes, etc.; du Syndicat départemental agricole et viticole du Puy-de-Dôme; du Comice d'encouragement à l'agriculture et à l'horticulture de Seine-et-Oise, qui réunit 59 Sociétés locales et comprend plus de 10 000 associés; de la Société d'Agriculture de Meaux (cartes agronomiques, statistiques de rendement, de drainage, de hannetonnage, d'emploi des engrais, etc.), exposition rétrospective du matériel de drainage, encouragements aux essais et concours de machines agricoles, — et enfin, l'exposition collective du Bourbonnais, avec une intéressante étude du métayage et les beaux ouvrages de M. Marcel Vacher sur la prospérité que ce mode d'exploitation a amenée dans la région, en permettant l'emploi des machines, l'amélioration des bâtiments, les entreprises de défrichement, etc.

Quelques expositions particulières méritent d'attirer l'attention, en particulier celle de M. Nicolas, à Arcy-en-Brie, qui exploite principalement des vaches laitières, et en livre les produits sous forme de lait pasteurisé ou stérilisé, ou encore de lait *maternisé*, c'est-à-dire ramené à la composition du lait de femme par le procédé Gaertner — et celle de M. G. Dethan, au domaine de la Côte, où une série de tableaux permet de suivre les améliorations apportées, depuis 1880, et avec beaucoup de discernement, dans le mode général de culture (prairies, vignes, bois, etc.), dans l'aménagement des bâtiments d'exploitation, des logements d'ouvriers, etc.

*(A suivre.)*

G. COUPAN,
*Répétiteur-Préparateur à l'Institut national Agronomique.*

---

## MÉCANIQUE

### GROUPE ÉLECTROGÈNE DE 1 000 CHEVAUX

**Escher-Wyss et Cie et Oerlikon.**

Le groupe électrogène, constitué par la machine Corliss de 1 000 chevaux, de la Société Escher-Wyss et Cie, de Zurich, et par la dynamo de 1 300 kilowatts, des ateliers d'Oerlikon (Suisse), fonctionne, à l'Exposition, dans la galerie de Mécanique juxtaposée à l'usine Suffren. Il était complètement installé dès l'ouverture officielle de l'Exposition.

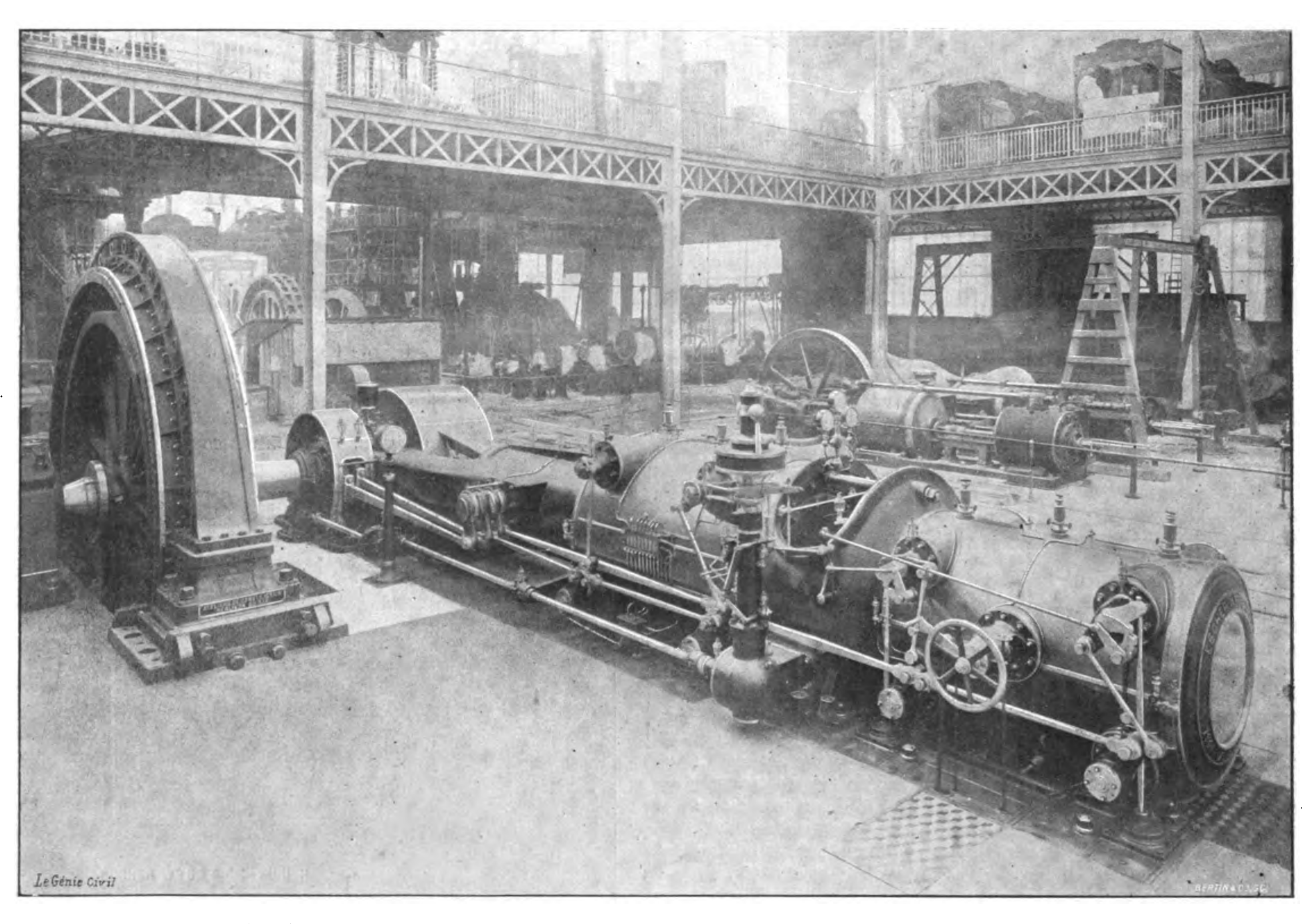



FIG. 1. — Vue générale du groupe électrogène Escher-Wyss et Cie et Oerlikon, dans l'usine Suffren.

*Machine Corliss, de la Société Escher-Wyss et Cie.* — La machine à vapeur de ce groupe est une machine tandem (fig. 1), avec distribution par tiroirs Corliss, construite spécialement en vue de l'accouplement direct avec un alternateur électrique, pour un nombre de tours n'excédant pas 105 par minute.

Elle marche sous une pression normale de 9 à 10 atmosphères. Elle développe 1 000 chevaux en allure normale, et peut donner 1 200 chevaux en coup de collier. L'alésage des cylindres est respectivement de 0m65 et 1m10; la course des pistons, de 1m20.

Cette machine en marche a une allure très douce et sa disposition en tandem a justement été choisie par les constructeurs en vue du nombre de tours à atteindre.

Le cylindre à basse pression est directement assujetti au bâti à baïonnette, tandis que celui à haute pression est placé derrière le cylindre B. P., ce qui permet de supprimer la contre-tige du piston.

Le bâti à baïonnette est très robuste; il repose sur les fondations par trois larges embases et comporte, venu de fonte, le palier de la manivelle, dont le diamètre est de 0m40 sur une longueur de 0m75; les coussinets, ajustables à l'aide de vis, sont en quatre pièces. Pour faciliter un service continu, la glissière de la crosse est pourvue d'un dispositif de refroidissement par eau.

Une large baie, pratiquée dans la pièce intermédiaire qui relie les deux cylindres, permet de sortir commodément le piston du grand cylindre. A l'intérieur de cette même pièce intermédiaire est disposée une forte glissière réglable de tige de piston.

Chacun des cylindres comporte, venues de fonte, sa chemise de vapeur et ses chapelles de distribution; le cylindre H. P. est réchauffé à l'aide de vapeur vive, le cylindre B. P. à l'aide de vapeur venant du réservoir intermédiaire. Les pistons sont pourvus de segments en fonte, système Ramsbottom.

La distribution de vapeur à chaque cylindre se fait par quatre tiroirs cylindriques Corliss, et chacune des distributions est actionnée par un excentrique indépendant. La distribution du grand cylindre est directe et réglable à la main ; celle du petit cylindre se fait par un mécanisme à déclic, soumis lui-même à l'action du régulateur. A cet effet, la tige *a* de commande de chacun des tiroirs (fig. 2), agit sur une manette *b*, folle sur le tourillon du tiroir et portant un levier angulaire *cc'*, à l'une des extrémités duquel est attachée une tige *d*, solidaire des mouvements du régulateur. Sur ce tourillon est, en outre, calé un second levier angulaire *ee'*, dont le bras *e* forme avec le bras *c* du levier *cc'* un mécanisme de déclic, tandis qu'à son autre bras *e'* est attachée la tige de rappel *f* d'un dash-pot à huile.

des enroulements de l'armature. Le grand volant portant les inducteurs est calé directement sur l'arbre de la machine à vapeur.

La carcasse en fonte, d'un diamètre de 6m20, reçoit l'armature, constituée par des tôles d'acier doux, de 0,35 millimètre d'épaisseur. Les bobines de l'armature, enroulées à l'aide de machines spéciales, sont placées dans les rainures ouvertes du corps de l'armature et maintenues par des coins de fibre.

La carcasse est en deux parties, dont on obtient le centrage grâce aux plaques de fondation spéciales qui les supportent et qui permettent un ajustage exact dans les directions horizontale et verticale.

Le volant magnétique, calé directement sur l'arbre-manivelle de la machine à vapeur, porte sur la couronne les 64 noyaux polaires et

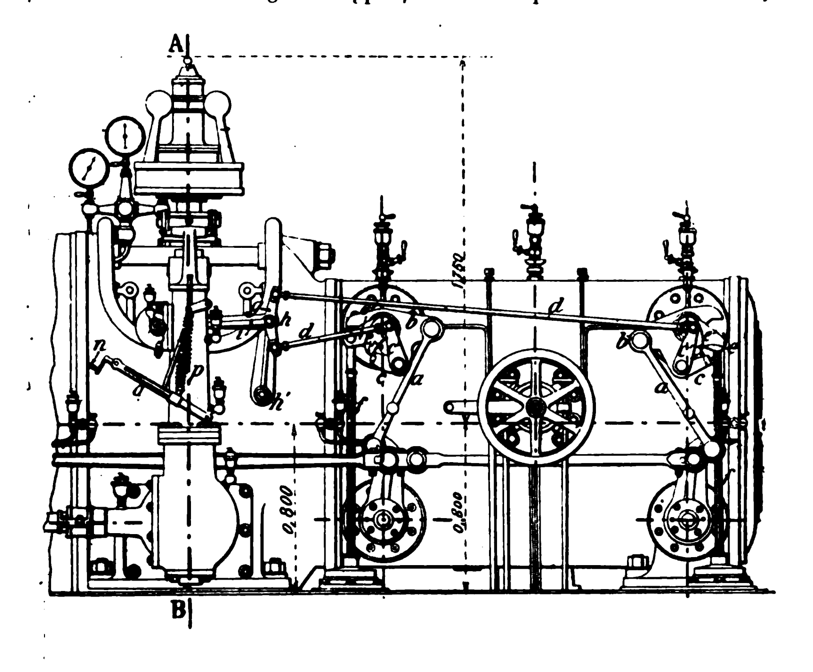


Fig. 2. — Vue en élévation du mécanisme de distribution.

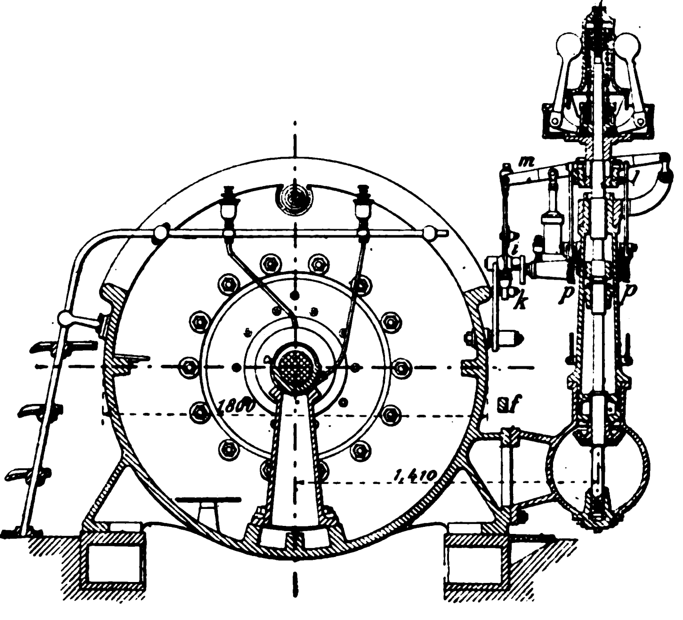


Fig. 3. — Coupe transversale suivant AB.

Fig. 2 et 3. — Régulateur et distribution du petit cylindre de la machine à vapeur Escher-Wyss et Cie.

Chacun des leviers angulaires *cc'* reçoit deux mouvements différents : 1° une oscillation continue d'amplitude invariable autour de son axe sous l'action du triangle *g*, qui est articulé d'une part avec le levier *hh'*, et d'autre part avec la bielle *i* d'un plateau-manivelle *k* (fig. 3), actionné par l'arbre du régulateur au moyen d'un engrenage à denture hélicoïdale ; 2° un déplacement angulaire autour de son articulation, par suite de la rotation de l'extrémité *h* du levier *hh'* autour de son axe fixe *h'*. Lorsque, en effet, il se produit une variation dans la vitesse de la machine, le manchon *l* du régulateur se déplace et, agissant par l'intermédiaire du balancier *m* sur le triangle *g*, il le déplace dans un sens ou dans l'autre.

Le premier de ces deux mouvements détermine au moment voulu l'enclenchement des déclics *c* et *e*, et, par suite, l'admission de la vapeur, qui dure jusqu'au moment où *c* échappe *e*, ce qui arrive plus ou moins tôt selon le sens et l'amplitude du second mouvement.

Le régulateur employé est un régulateur vertical à ressorts, pourvu d'un mécanisme spécial permettant de faire varier à la main le nombre de tours, pendant la marche même de la machine. Ce mécanisme est constitué par un cadre oblique *o* (fig. 2), portant en travers une coulisse que l'on peut déplacer en actionnant, au moyen d'une manivelle *n*, une vis de rappel, de façon à tendre plus ou moins les ressorts *pp* (fig. 2 et 3), qui sont reliés au manchon *l* du régulateur. La variation du nombre de tours peut atteindre 10 %.

Le condenseur, placé en sous-sol, est actionné par le bouton de manivelle ; la pompe à air horizontale à double effet a 0m48 de diamètre et 0m35 de course de piston.

Un servo-moteur spécial permet d'actionner le cliquet-vireur de la dynamo, lequel transmet son mouvement, à l'aide d'une vis sans fin et d'un pignon droit, à la couronne dentée que porte intérieurement l'inducteur qui sert de volant. Le servo-moteur est constitué par trois cylindres à vapeur à simple effet de 0m11 d'alésage et 0m10 de course, développant environ 18 chevaux, à raison de 300 tours par minute. La distribution de vapeur s'y fait très simplement à l'aide d'un disque excentré et de petits tiroirs à pistons.

*Dynamo des ateliers de construction d'Oerlikon.* — La dynamo (fig. 4), construite par les ateliers d'Oerlikon (Suisse), est une génératrice de courant triphasé de 1 300 kilowatts pour tension de 5 500 volts. Elle marche toutefois à l'Exposition comme génératrice de courant monophasé de 1 000 kilowatts, sous 2 200 volts, avec mise en parallèle

remplit en même temps l'office de volant de la machine à vapeur. Les noyaux polaires, en tôle de 1 millimètre d'épaisseur, portent les bobines inductrices qui sont enroulées sur une carcasse en tôle : les pôles sont assujettis par des clavettes à queue d'aronde fixées par des vis à la couronne du volant.

L'excitatrice est une dynamo à courant continu à 12 pôles. Son

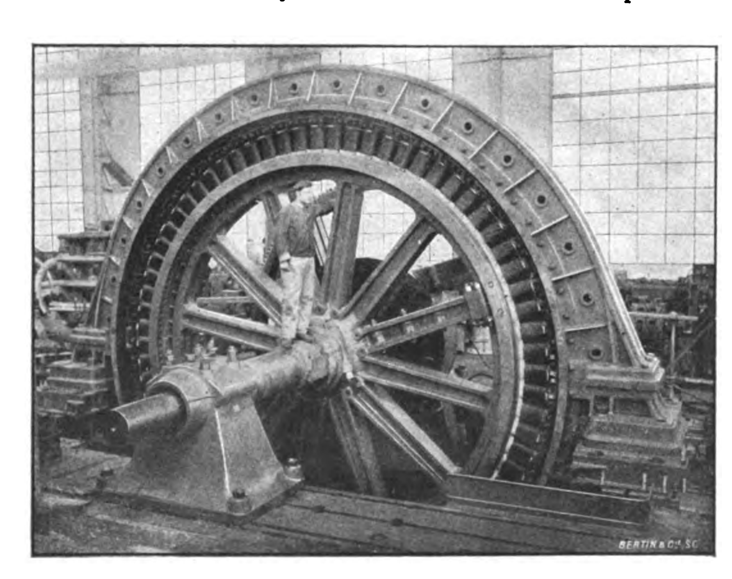


Fig. 4. — Vue générale de la dynamo des ateliers d'Oerlikon.

armature en deux parties, à enroulement Gramme, est montée directement sur le moyeu du volant magnétique. Sa carcasse, en fonte d'acier, est supportée par une console logée dans la fosse de la machine ; les 12 pôles, en fonte d'acier, portant les enroulements d'aimantation, sont fixés à la carcasse chacun par deux boulons.

Le poids du volant magnétique est de 27 800 kilogr. et le poids total de la machine est de 63 500 kilogrammes.

Ch. Parcey,
*Ingénieur civil.*

# CONGRÈS

## LES CONGRÈS DE CHIMIE A L'EXPOSITION DE 1900

Les Congrès de chimie pure et de chimie appliquée se sont tenus tout dernièrement à Paris : le premier dans la semaine du 16 au 21 juillet, le second du 23 au 28 juillet.

### Congrès de chimie pure.

Nous n'insisterons pas sur le Congrès de chimie pure qui n'a compris que quelques conférences.

C'est ainsi que M. MOISSAN a parlé des carbures métalliques. Après avoir rappelé les découvertes des carbures alcalins faites par M. Berthelot, M. Matignon et M. Guntz, et du carbure de fer de MM. Troost et Hautefeuille, M. Moissan a passé en revue ses recherches faites avec le four électrique, recherches dans lesquelles il se proposait d'obtenir un métal, mais qui l'ont conduit à une fonte.

Il a été question en particulier des carbures d'uranium, d'aluminium et de calcium, et des gaz différents qu'ils produisent au contact de l'eau ; des expériences ont été faites à ce sujet. Enfin M. Moissan a parlé du calcium métallique, et il a achevé sa conférence en reproduisant l'expérience de la synthèse du diamant.

M. RAOUT a traité la question de la cryoscopie, et M. Armand GAUTHIER celle des gaz de l'air et notamment de l'hydrogène.

### Congrès de chimie appliquée.

Le Congrès de chimie appliquée s'est ouvert le 23 juillet, sous la présidence de M. Moissan. M. Berthelot, président d'honneur, étant indisposé, n'a pas pu assister aux travaux du Congrès ; mais il avait envoyé un très intéressant discours d'ouverture, ayant pour sujet l'*Évolution des méthodes dans les industries chimiques* et qui a été lu par M. Moissan.

Nous passerons rapidement en revue les principaux travaux effectués dans les dix sections suivant lesquelles s'est partagé le Congrès.

**PREMIÈRE SECTION : Chimie analytique.** — Président : M. MUNTZ. — Cette section a tenu cinq séances :

Dans la première, M. HANRIOT provoque une discussion sur les poids atomiques, laquelle conduit au vœu suivant : « Le Congrès espérant que l'adoption du poids atomique de l'oxygène comme base conduira à une plus grande fixité et à une simplification dans le calcul des poids atomiques, s'associe aux travaux de la Commission internationale ». C'est, en effet, une Commission internationale, nommée précédemment, qui a émis les premières idées à ce sujet.

M. CLARKE propose ensuite la formation d'un Comité international, qui indiquerait aux chimistes les méthodes à suivre et les coefficients à adopter dans les différentes analyses. Une proposition analogue est faite par M. FABRE et la section l'adopte à l'unanimité.

Dans la deuxième séance, M. LUNGE traite de l'emploi des divers indicateurs dans l'analyse volumétrique et des avantages du méthylorange. Cette communication a, comme conséquence, la nomination d'une Commission susceptible de fixer l'emploi des indicateurs.

M. KRAUSE demande l'unification de certains symboles. Il demande notamment que l'on désigne toujours l'azote par N, le phosphore par P et le tungstène par W (wolfram).

M. VIVIER propose l'établissement, par une Commission officielle internationale, d'une table des constantes physiques et chimiques, dont l'usage sera obligatoire pour tous les chimistes officiels des États adhérents et pour les chimistes libres dans le cas où ils seront appelés comme experts devant une juridiction quelconque.

M. ROCQUES fait voter diverses modifications relatives à l'analyse des vins.

M. DE GRAMONT étudie les perfectionnements qu'il a apportés au spectroscope, et les méthodes d'analyse par les spectres de dissociation au moyen de l'étincelle condensée.

La troisième séance a été consacrée à divers points très particuliers : jaugeage et graduation des analyses volumétriques, emploi des alcoomètres, dosage des sels de potasse, etc.

Dans la quatrième séance, la question de l'emploi de l'acide sulfureux dans les vins est traitée par M. CHUARD et, comme conséquence, l'on demande que le gouvernement français limite cet emploi.

M. CAZENEUVE préconise l'usage de la diphénylcarbazide pour déceler des traces de cuivre, de mercure, de fer au maximum et d'acide chromique. On agit sur une solution neutre ou légèrement acide, avec une solution benzénique faite à froid de diphénylcarbazide. Avec les sels de cuivre, on a une belle couleur violette ; avec ceux de mercure, une teinte bleu lilas ; avec ceux de fer, une coloration fleur de pêche. Pour l'acide chromique, on ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique et de la diphénylcarbazide en poudre. On a une belle couleur violette.

Dans sa dernière séance, la première section a entendu divers rapports relatifs aux dosages des acides phosphorique et arsénique, et à l'analyse des eaux.

M. CHRISTOMANOS donne l'analyse d'une barre de fer datant de 3 000 ans. Il fait ensuite une très curieuse expérience sur la réduction du marbre par le magnésium métallique en feu : il se forme du charbon.

Enfin, M. Gabriel BERTRAND fait une communication sur les impuretés de l'acide fluorhydrique et donne une méthode d'analyse.

**DEUXIÈME SECTION : Industrie chimique des produits inorganiques.** — Président : M. ÉTARD. — Dans la première réunion, M. BLOCHE fait une intéressante communication sur l'eau oxygénée et le bioxyde de baryum. Après avoir résumé l'historique des procédés, le rapporteur déclare qu'à l'heure actuelle on a du bioxyde de baryum à 92 % et que l'on opère la récupération des composés azotés s'échappant des fours. Il décrit ensuite les principaux usages de l'eau oxygénée.

M. GUILLET fait alors remarquer, comme il l'a d'ailleurs signalé tout dernièrement dans le *Génie Civil* (1), que le transport du bioxyde de baryum est exigé en fûts de fer, tandis que les produits d'importation voyagent en fûts de bois. En séance pleinière, il a été adopté un vœu à ce sujet, vœu qui doit être renvoyé à M. le Ministre du Commerce et demandant qu'il n'y ait plus deux poids et deux mesures.

M. SÉQUARD, chimiste de la maison Chenal et Douillet, décrit l'important travail fait par cette maison sur les terres rares. Nous aurons à y revenir dans le compte rendu de l'exposition.

La seconde séance a été consacrée aux mesures des températures élevées, question traitée par M. BOUDOUARD ; à l'étude des principaux fours employés en céramique, faite par M. GRANGER ; à un exposé des conditions les plus favorables à la bonne marche des fours de verrerie, mémoire dû à M. GOBBE.

Dans la troisième réunion, qui a été de beaucoup la plus importante, on a entendu l'importante et fort remarquable étude de M. PIERRON sur la fabrication de l'acide sulfurique.

Après avoir résumé la statistique de ce produit, M. Pierron passe en revue les changements survenus dans l'ancien procédé des chambres. Il est question des chambres à sections pentagonales et hexagonales, des chambres tangentielles et concentriques, de la fabrication intensive de Benker. Pour la concentration, le rapporteur insiste sur les appareils Héraeus (or-platine), l'appareil de fonte Hartmann, les appareils de porcelaine Benker, l'appareil Kessler. Puis M. Pierron arrive à la question des procédés sans chambre. Après un historique sommaire, il indique les principaux procédés.

Le coût d'une telle installation pour l'acide 66 est de 30 à 40 % inférieur à une installation ancienne. Le prix de revient serait inférieur d'environ 15 %.

Une discussion du plus haut intérêt s'élève entre MM. Pierron, Lunge, Hasenclever, Bernthsen et Giolani.

M. LUNGE déclare que les appareils d'Heraeus sont excellents, excepté dans le cas d'acides impurs ; alors il faut employer la fonte. Pour les acides faibles, le nouveau procédé n'offre pas de supériorité sur l'ancien ; il n'est avantageux que pour les acides concentrés.

M. HASENCLEVER expose un nouveau procédé de fabrication de l'acide sulfurique, dû à M. Uebel. Il décrit l'appareil spécial dans lequel on produit l'acide nitrique et les polysulfates, appareil qui fonctionne à Mannheim.

Dans la séance suivante, M. CHEVALET décrit les différents appareils-laveurs qu'il a créés pour le lavage des gaz industriels.

M. L. GUILLET résume ensuite l'état actuel de la grande industrie chimique et de l'industrie des engrais en France, d'après les études qu'il a publiées dans le *Génie Civil* (2).

Une discussion s'engage sur les difficultés que l'on éprouve à avoir des renseignements sur nos usines, tandis qu'on en obtient très facilement pour les usines étrangères.

M. CLOEZ décrit les principaux modes de cuisson du plâtre et montre des échantillons obtenus avec les divers fours.

Au commencement de la dernière séance, M. LUCION appelle l'attention sur certaines erreurs que l'on commet dans l'emploi de la bombe calorimétrique et qui proviennent de l'oxygène employé.

M. GUILLET continue sa communication commencée la veille, en donnant les résultats de son étude sur l'état actuel de l'industrie des petits produits inorganiques en France.

**TROISIÈME SECTION : Métallurgie, mines et explosifs.** — Président : M. Adolphe CARNOT. — M. CAMPREDON, dans la première séance, étudie l'échantillonnage des matières premières et des produits de la métallurgie. Il fait ressortir une chose fort intéressante, au point de vue du prélèvement des échantillons dans les produits métalliques : les difficultés sont énormes, en raison des liquations qui se produisent pendant le refroidissement. Le rapporteur indique un mode pratique d'opérer.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 10, p. 173.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n°s 20 à 26, et t. XXXVII, n°s 9 à 14.

M. Pellet décrit une méthode de dosage du soufre dans les minerais, charbons, bitumes et caoutchoucs.

M. Boudouard donne le résultat de ses expériences sur la réaction réversible :

$$CO^2 + C = 2CO.$$

Enfin M. Damour étudie l'utilisation de la chaleur dans certains fours, en particulier dans les fours à acier d'une tonne et au-dessous.

La deuxième réunion a été entièrement consacrée à une communication du plus haut intérêt de M. Le Chatelier, sur les différents états du fer et de l'acier.

Le fer présente trois points de transformation. Il y a les transformations : $A_2$ (notation de M. Osmond) qui se produit vers 750° (changement dans les propriétés magnétiques) ; $A_3$ (changement dans la résistance électrique) remarquée vers 900°. Enfin il y aurait les transformations $A_4$ vers 1 300° et $A_0$ vers 500°, mais elles n'ont pas été bien étudiées.

M. Le Châtelier, passant aux aciers, étudie le phénomène de la recalescence.

Dans la troisième réunion, il a été question du transport des explosifs ; MM. Barthélemy, Vieille, Guchez et Thomas prennent part à la discussion.

M. Menozzi décrit un appareil de sûreté pour la destruction rapide et inoffensive des douilles de cartouche de guerre, munies de leurs amorces, mais dépourvues de la poudre.

Dans la quatrième et dernière réunion, M. Le Chatelier expose la métallographie microscopique. Il étudie d'abord la question du polissage pour les métaux durs et pour les métaux mous.

Le rapporteur décrit ensuite son nouveau microscope pour l'étude et la photographie des métaux ; enfin il fait ressortir l'importance qu'il y a à préparer un alliage hétérogène en superposant, sans les mêler, les deux métaux que l'on se propose d'étudier. En faisant une coupe verticale du culot, on obtient toute la succession des combinaisons différentes des deux métaux.

M. Carnot fait une communication sur l'analyse des aciers spéciaux.

M. Namias étudie le dosage du soufre et du manganèse dans les aciers.

La section émet le vœu suivant : La question du dosage du soufre, du manganèse et du phosphore dans les produits métallurgiques sera mise à l'ordre du jour du prochain Congrès et fera l'objet d'un rapport préalablement imprimé et distribué.

**Quatrième section : Industrie chimique des produits organiques.** — Président : M. Lindet. — Dans la première séance, M. Kostancki rappelle la série de ses travaux sur les matières colorantes végétales ; M. Schell passe en revue les progrès réalisés dans l'industrie des matières colorantes naturelles, tinctoriales et tannantes ; enfin M. Wolff parle de l'analyse des racines de chicorée.

M. Ferdinand Jean, dans la séance suivante, étudie le rôle des microorganismes en tannerie. MM. Bruel font un rapport sur les préjudices causés à l'industrie du cuir par les taons ; ils font voter un vœu demandant que l'attention des professeurs départementaux soit attirée sur ce sujet.

M. Lecoq expose une méthode d'analyse d'huile de graissage par distillation à la vapeur d'eau surchauffée.

M. Frenkel expose les procédés de sénilisation du bois et particulièrement le procédé Lebroda.

Dans la troisième séance, M. Arachequesne fait voter le vœu suivant :

1° Que, dans tous les pays représentés au Congrès par leurs délégués, les emplois de l'alcool destiné à la fabrication des produits pharmaceutiques et chimiques soient dégrevés de tous droits de fisc ou d'octroi, ainsi que les autres matières premières nécessaires à la fabrication de ces produits s'il y a lieu, même lorsque ces matières premières sont grevées de droit pour la consommation directe ;

2° Que pour les alcools dénaturés, destinés aux usages de l'éclairage et de la force motrice, outre le dégrèvement des droits, il soit prescrit aux administrations fiscales, chargées d'assurer la dénaturation, de choisir, avant tout, les dénaturants appropriés à ces usages, peu coûteux, à pouvoir calorifique élevé et ne renfermant aucune substance solide fixe ou possédant un point de volatilisation très supérieur à celui de l'alcool ;

3° Que toute fraude par revivification de l'alcool dénaturé soit punie sévèrement ;

4° Que les constructeurs d'appareils de distillation ou de rectification soient tenus de déclarer au fisc toute fabrication, vente ou réparation d'appareils distillatoires ;

5° Qu'à l'avenir, et pour toutes les relations internationales, l'alcoométrie pondérale centésimale soit substituée aux divers systèmes d'alcoométrie actuellement en usage.

M. Reïd présente des échantillons de *Velvril*, nouveau succédané du caoutchouc, formé d'huile de ricin nitrée et de coton nitré.

M. Besson fait une intéressante communication sur un nouveau procédé de préparation industrielle du chloral, qui est continu. L'alcool déjà chloré est traité par un courant de chlore et le chlore qui se trouve en excès passe à travers une colonne à plateaux en plomb arrosés d'alcool. Cet alcool, ainsi chloré, est reporté dans le premier ballon. Le produit obtenu contient environ 98 °/₀ d'hydrate de chloral. On purifie par un traitement continu à $SO^4H^2$ et en distillant sur $CO^3HNa$.

Dans la quatrième réunion, M. Thomas parle de la viscose et de ses emplois dans le couchage du papier, la peinture décorative, etc.

M. Pierron traite la question des auto-allumeurs par matières de contact.

M. Alix discute les anciens procédés de fabrication de l'industrie du gaz et croit que l'adoption du gaz à l'eau s'impose de plus en plus.

Dans la dernière réunion, M. Bruère développe une étude sur le jaune d'œuf ; M. Jürgensen signale l'intérêt que présente l'emploi des grignons d'olive pour préparer l'acide acétique et, en général, tous les produits de la distillation du bois.

M. Sabatier présente des pétroles obtenus par l'hydrogénation directe de l'acétylène, en présence du nickel réduit, soit à la température ordinaire, soit à 200°.

M. Henri Riché montre que l'adoption, pour les appareils de distillation du bois, d'un dispositif susceptible de supprimer la formation pyrogénée de sous-produits et d'épurer suffisamment le gaz arriverait à permettre au premier gaz de Lebon de rendre les services demandés au gaz de houille. Il décrit alors sa méthode.

Léon Guillet,
*Ingénieur des Arts et Manufactures,*
*Licencié ès sciences.*

*(A suivre.)*

---

## LÉGISLATION

### L'INSPECTION DU TRAVAIL

L'organisation actuelle du service de l'inspection du travail résulte des articles 17 à 25 de la loi du 2 novembre 1892 *sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels.* Mais il y a eu, antérieurement à cette loi, divers essais d'organisation.

*L'inspection du travail avant 1892.* — L'utilité d'organiser un service d'inspection pour faire appliquer la réglementation du travail apparut, pour la première fois, dans la loi du 22 mars 1841 *relative au travail des enfants employés dans les manufactures, usines ou ateliers.* « Sans un système d'inspection organisé, disait le rapporteur de cette loi à la Chambre des députés, la loi compromise dans son exécution serait exposée à manquer d'efficacité ». Mais, à ce moment, on ne put se mettre d'accord sur les fonctionnaires à qui serait confiée cette mission, et l'article 10 édicta simplement, d'une manière un peu vague, que le gouvernement établirait « des inspections pour surveiller et assurer les dispositions de la loi ».

En conséquence, le gouvernement créa, dans un certain nombre d'arrondissements, des commissions de notables, anciens industriels, fonctionnaires, membres de l'enseignement et des cultes, dont les fonctions d'inspection étaient gratuites.

Les résultats obtenus furent à peu près nuls et, sans s'arrêter à plusieurs tentatives aussi vaines, il faut arriver à la loi de 1874 pour trouver une véritable organisation.

La loi du 19 mai 1874 *sur le travail des enfants et des filles mineures dans l'industrie* confia l'exécution de ses prescriptions à trois organismes distincts. Le service de l'inspection comprenait d'abord des inspecteurs divisionnaires, au nombre de 21, nommés par le gouvernement et rétribués sur le budget de l'État. Il y avait, en outre, dans certaines régions industrielles et notamment à Paris, des inspecteurs et inspectrices départementaux nommés par les Conseils généraux et payés sur le budget du département. Enfin, des commissions locales fonctionnaient dans les départements ; leurs membres contrôlaient les inspecteurs et avaient, à cet effet, droit d'entrée dans les établissements industriels ; ils étaient choisis par les préfets sur une liste présentée par le Conseil général et leurs fonctions étaient gratuites. Ajoutons qu'une commission supérieure, composée de neuf membres nommés par le Président de la République, était instituée auprès du ministre compétent.

Ce régime manquait d'homogénéité. Les trois organes qui le constituaient différaient par leur origine, par leur composition. L'application uniforme de la loi en souffrait. Les membres des commissions locales se considéraient comme investis d'un mandat non de contrôle, mais d'inspection, et renouvelaient d'une façon parfois abusive leurs visites dans les ateliers et usines. Quant aux inspecteurs départementaux, la loi avait bien spécifié qu'ils devaient « agir sous la direction de l'inspecteur divisionnaire » ; mais, tenant leur position et leur traitement du Conseil général, ils étaient naturellement plus disposés à se conformer aux tendances de cette assemblée qu'à obéir aux conseils de l'inspecteur divisionnaire.

*L'inspection depuis la loi du 2 novembre 1892.* — La loi de 1892 a supprimé expressément les commissions locales et les a remplacées par des commissions départementales qui n'ont qu'un rôle purement consultatif.

La commission supérieure a été maintenue avec des attributions analogues à celles qu'elle avait précédemment; elle se compose de deux sénateurs et de deux députés nommés par leurs collègues et de cinq membres nommés par le Président de la République.

Quant au service proprement dit d'inspection, la loi en a fait un service homogène, hiérarchisé, dont tous les agents dépendent directement de l'État qui les nomme et les rétribue.

Il se compose actuellement :

1° De 11 inspecteurs divisionnaires,

2° Et de 95 inspecteurs départementaux dont 19 inspectrices, tous placés sous les ordres des inspecteurs divisionnaires.

Les inspecteurs et inspectrices sont recrutés exclusivement par la voie du concours. Par exception, les inspecteurs divisionnaires et départementaux, qui se trouvaient en fonctions au moment de la promulgation de la loi de 1892, sont entrés dans le nouveau service sans être assujettis à subir le concours.

Les candidats admis à la suite du concours sont nommés inspecteurs départementaux stagiaires et font, en cette qualité, un stage d'au moins un an, avant d'être nommés titulaires.

Les inspecteurs divisionnaires sont choisis parmi les inspecteurs départementaux des deux premières classes. Ils dirigent, contrôlent et centralisent le service des inspecteurs départementaux de leur circonscription régionale; à cet effet, ils visitent, chaque année, un certain nombre d'établissements déjà inspectés par les inspecteurs départementaux ; ils vont les rejoindre au cours de leurs tournées. Afin de faciliter ce contrôle, l'inspecteur départemental fait connaître à son divisionnaire, au commencement de chaque tournée, l'itinéraire qu'il se propose de suivre ; il lui adresse aussi tous les mois un état de ses visites.

La direction de l'industrie, au Ministère du Commerce, est chargée de centraliser tout ce qui se rapporte à l'application des lois réglementant le travail. Elle envoie aux inspecteurs divisionnaires les instructions générales ou spéciales relatives à ces lois; elle réunit aussi, périodiquement, ces inspecteurs à Paris dans des conférences pratiques, et elle leur adresse à tous, divisionnaires ou départementaux, le *Bulletin de l'inspection du travail*, qui paraît six fois par an depuis 1893, et qui publie tous les actes officiels, lois, décrets, arrêtés, circulaires ministérielles, instructions générales et particulières, décisions des tribunaux, en un mot tout ce qui peut offrir un intérêt au point de vue de l'interprétation de la loi ou du fonctionnement du service.

*Attributions des inspecteurs.* — Aux termes de l'article 17 de la loi du 2 novembre 1892, les inspecteurs du travail sont chargés d'assurer l'exécution à la fois de cette loi *sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels*, de celle du 9 septembre 1848 *qui limite la durée du travail dans les usines et manufactures*, et de la loi du 7 décembre 1874 *relative à la protection des enfants employés dans les professions ambulantes.*

Toutefois, en ce qui concerne les exploitations de mines, minières et carrières, l'exécution de la loi du 2 novembre 1892 est exclusivement confiée aux Ingénieurs et contrôleurs des mines (art. 17).

En outre, l'article 4 de la loi du 12 juin 1893 *concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels* a chargé les inspecteurs du travail d'assurer l'exécution de cette loi et des règlements qui y sont prévus.

Enfin, en vertu de l'article 11 de la loi du 9 avril 1898 *sur la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail*, les inspecteurs reçoivent des maires avis des déclarations d'accidents survenus dans les entreprises dont ils ont la surveillance. Ils sont aussi chargés de constater les infractions relatives au défaut de déclaration d'accidents et au défaut d'affichage de la loi du 9 avril 1898. C'est aussi le service de l'inspection du travail qui dresse la statistique des accidents déclarés en vertu de cette dernière loi.

*Moyens d'action des inspecteurs.* — Les inspecteurs du travail ont entrée dans tous les établissements soumis à leur contrôle, et seulement dans ces établissements (1).

Le droit d'entrée leur appartient à toute heure du jour et de la nuit. Mais il a été jugé que ce droit exorbitant de l'inspecteur (que l'officier de police judiciaire ne possède pas, même pour rechercher des crimes ou des délits), a forcément pour limite pendant la nuit celui de l'inviolabilité du domicile inscrit à l'article 76 de la constitution du 22 frimaire an VIII. Par arrêt du 21 juin 1900, la Cour d'Appel de Nancy n'a reconnu aux inspecteurs du travail le droit de visite de jour et de nuit que dans les établissements où l'on travaille généralement la nuit comme le jour (forges, aciéries). S'agit-il d'établissements où l'on ne travaille pas la nuit, l'inspecteur n'aura le droit d'y pénétrer que lorsque des indices *graves* et très sérieusement constatés par lui-même du dehors lui feront présumer que dans cet établissement s'accomplit un travail de nuit contraire à la nature et aux prescriptions de la loi (1).

(1) Cour d'Appel de Lyon, 2 février 1897, *Le Droit*, n° du 19 mars 1897.

A l'occasion de leurs visites, les inspecteurs peuvent interroger les enfants et les ouvriers, mais ils doivent le faire autant que possible hors de la présence des chefs d'établissement et de leurs préposés. Ils peuvent aussi se faire représenter les livrets et les registres d'inscription des enfants de moins de dix-huit ans, prescrits par l'article 10 de la loi du 2 novembre 1892, ainsi que le registre d'usine prévu par l'article 6 de la loi du 12 juin 1893. Le fait de mettre obstacle à l'accomplissement des devoirs d'un inspecteur est puni d'une amende de 100 à 500 francs qui, en cas de récidive, est portée de 500 à 1 000 francs (art. 29, loi 1892). D'ailleurs, les inspecteurs du travail prêtent serment de ne point révéler les secrets de fabrication et, en général, les procédés d'exploitation dont ils pourraient prendre connaissance dans l'exercice de leurs fonctions (art. 18) (2).

En cas de contravention aux lois qu'ils sont chargés de faire appliquer, les inspecteurs ont le droit de dresser procès-verbal qu'ils transmettent au Parquet.

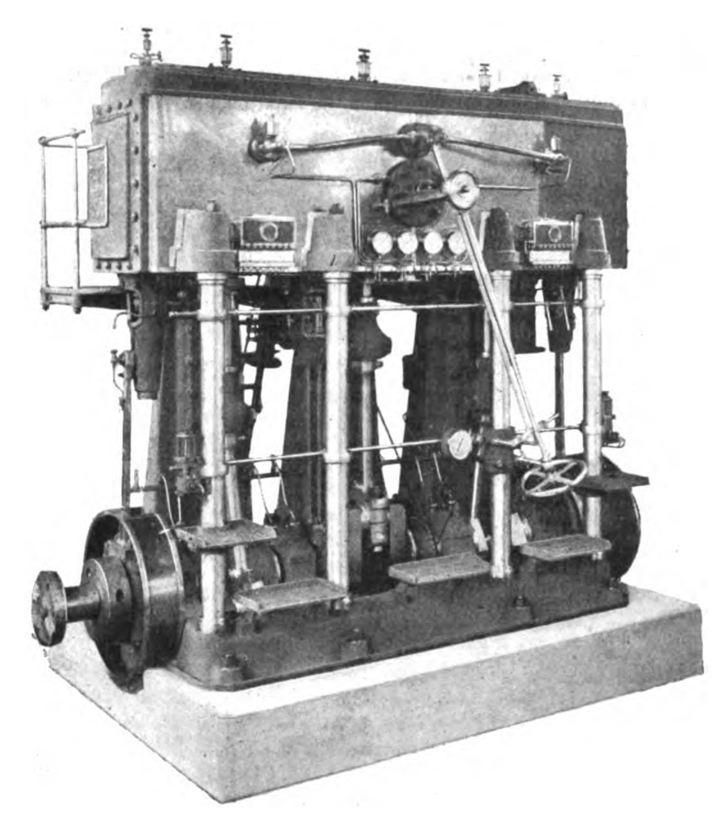
Une circulaire ministérielle du 19 janvier 1900 a voulu faciliter le contrôle des inspecteurs en leur prescrivant d'entrer en relations, oralement ou par lettre, avec les bourses du travail, syndicats professionnels et unions de syndicats de leurs sections, de leur faire connaître leurs noms et adresses et de prier ces associations de leur signaler toutes les infractions aux lois protectrices du travail qu'elles viendraient à connaître (3).

Louis Rachou,
*Docteur en droit,*
*Avocat à la Cour d'Appel de Paris.*

## VARIÉTÉS

### Machine à vapeur verticale à triple expansion de la Société Escher Wyss et Cie.

La Société Escher-Wyss et Cie, de Zurich, qui a construit la machine Corliss de 1 000 chevaux du groupe électrogène Escher-Wyss et Oerlikon, décrite dans ce même numéro du *Génie Civil*, expose également,



Machine à triple expansion système Escher-Wyss.

dans le voisinage de ce groupe, une machine à vapeur verticale de 300 chevaux, à triple expansion.

Cette machine, que représente la figure ci-dessus, est destinée à

(1) Cour d'Appel de Nancy, 21 juin 1900, *Gazette des Tribunaux*, nos des 2 et 3 juillet 1900.

(2) Toute violation de ce serment est punie conformément à l'article 378 du Code pénal, qui prononce un emprisonnement d'un mois à six mois et une amende de cent francs à cinq cents francs.

(3) Cette circulaire a été publiée au *Journal Officiel* du 20 janvier 1900.

être directement accouplée avec une dynamo. L'alésage des cylindres est respectivement de 0m32, 0m52 et 0m80, et la course des pistons de 0m45. A 175 tours par minute et sous 12 à 13 kilogr. de pression, cette machine peut développer de 260 à 300 chevaux effectifs.

Les cylindres sont soutenus par des colonnes en acier et par des supports en fonte fortement ancrés sur le bâti de fondation. Pour obtenir une plus grande facilité d'accès aux divers organes de distribution, le cylindre H. P. a été placé entre ceux M. P. et B. P.; tous les trois ont des chemises de vapeur, le cylindre H. P. recevant seul de la vapeur vierge.

Le cylindre H. P. possède une distribution à tiroirs, système Rider, avec admission intérieure, ce qui fait que les presse-étoupes sont constamment soumis à la pression de la vapeur des réservoirs intermédiaires. Les cylindres M. P. et B. P. ont un distributeur à tiroir plan, système Penn, dont le poids est équilibré par un piston spécial.

Le régulateur est horizontal, à pendule et à ressorts, sans contrepoids, avec dispositif permettant de faire varier à la main, et pendant la marche, le nombre de tours dans une proportion de 5 %, en plus ou en moins, et tout en conservant un degré de régularité constant. C'est l'arbre coudé qui, par l'intermédiaire d'une chaînette verticale en acier, commande le régulateur.

L'arbre principal, dont les manivelles sont à 120°, est en acier forgé d'une seule pièce et porte, à l'une de ses extrémités, un plateau forgé dans l'arbre pour l'accouplement direct de la dynamo. A l'autre bout (côté B. P.), se trouvent, en sous-sol, une pompe à air verticale à simple effet et le condenseur.

Pour assurer la mise en train dans n'importe quelle position des manivelles, chaque cylindre a été pourvu de soupapes de vapeur spéciales pour envoi direct de vapeur vive, suivant les besoins.

---

## Nouveau type de gazogène.

Le nouveau type de gazogène, représenté par la figure ci-jointe, nous paraît offrir certaines particularités intéressantes, comme le fait ressortir la description suivante, que nous empruntons à l'*Engineering and Mining*, et qui en explique le mode de construction et le fonctionnement.

Cet appareil est constitué par une cornue à double chambre, dont la base plonge dans un réservoir plein d'eau, ce qui constitue un joint hydraulique, l'eau étant maintenue au niveau convenable à l'aide d'un courant d'alimentation et d'un tuyau de trop-plein. Le corps de la cornue est formé d'une enveloppe extérieure métallique et d'une enveloppe intérieure réfractaire, avec, entre elles, une couche d'air, de façon à empêcher le rayonnement de la chaleur.

Partiellement insérée à la base des chambres se trouve une double grille de foyer, de forme sphérique, munie de saillies coniques vers l'extérieur et pourvue d'orifices coniques vers l'intérieur.

Les tourillons creux de cette grille double permettent d'amener à son intérieur, d'un côté ou de l'autre, du gaz, de l'air, de la vapeur ou du pétrole. La partie inférieure plonge dans le réservoir d'eau précédemment mentionné. Elle est, en outre, entourée par les tuyaux des tuyères servant à rafraîchir la base de la cornue, et elle est supportée par des rouleaux de friction, destinés à soulager les tourillons creux, qui servent à faire tourner la grille par intermittences, de façon à agiter et à dégager la base de la charge de combustible.

Au fond du réservoir d'eau se trouve une ouverture à travers laquelle on peut extraire la grille de la cornue.

A la partie supérieure de la cornue sont disposées deux conduites, munies de soupapes à cloche, et destinées à recevoir le combustible solide, charbon ou coke, et à l'envoyer dans l'une ou l'autre des chambres. Des tuyaux, munis de valves de changement de direction, relient les deux chambres et conduisent le gaz et l'air soufflé dans un sens ou dans l'autre; ces tuyaux sont d'ailleurs disposés de façon à permettre l'introduction des outils servant à enlever le charbon qui adhère aux tuyaux à gaz.

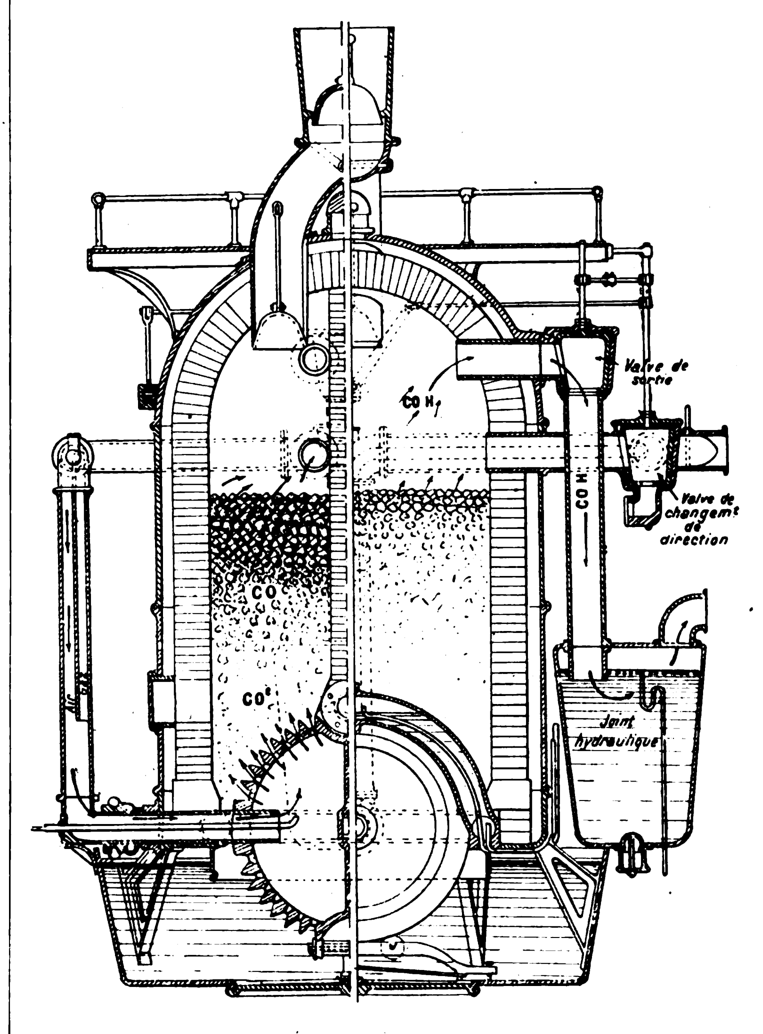
Pour faire fonctionner ce gazogène, on commence par charger de combustible les deux chambres, puis on allume ce dernier, en laissant ouvertes les trois soupapes à cloche, de façon à permettre l'échappement des premiers produits de la combustion. On lance alors le vent de façon modérée à travers les tourillons creux de la grille double. Lorsque le combustible a atteint dans chacune des chambres un degré d'incandescence convenable, on ajoute une nouvelle charge de combustible dans l'une des chambres, puis on dirige dans cette première chambre le courant d'air soufflé, après avoir fermé les soupapes à cloche.

L'air pénètre sous forme de nombreux jets rayonnants à travers les orifices coniques de la grille, est refoulé à travers le charbon incandescent et se décompose aussitôt. Son oxygène s'unit au carbone et donne du gaz acide carbonique qui, en montant à travers le charbon incandescent, puis de moins en moins chauffé, se transforme en oxyde de carbone.

Les vapeurs bitumineuses hydratées qui distillent de la charge fraîche placée à la partie supérieure se mélangent à cet oxyde de carbone et, passant par la valve de changement de direction et par le tuyau qui aboutit au tourillon creux de la seconde moitié de la grille double, pénètrent dans cette dernière.

Ce mélange y rencontre un jet de vapeur, ou un jet de vapeur et de pétrole, et se trouve refoulé à travers les perforations de la grille et à travers le charbon incandescent jusque dans la seconde chambre du gazogène. La vapeur se décompose et son oxygène produit de l'oxyde de carbone en abondance, tandis que son hydrogène se trouve mis en liberté. Ces deux gaz passent alors par la valve de sortie pour se rendre, par un tuyau muni d'un joint hydraulique, aux appareils de purification et de là au gazomètre.

Lorsque la température dans la seconde chambre est devenue trop faible pour décomposer la vapeur, on change la direction du vent et on envoie dans cette chambre une charge de combustible. La seconde chambre fonctionne alors comme le faisait la première, tandis que celle-ci, prend son rôle, le combustible qu'elle contient étant, pendant cette première période, devenu tout à fait incandescent.




Demi-coupes verticales du gazogène.

Les connections étant identiques pour les deux chambres, le fonctionnement précédemment décrit se reproduit lorsque le rôle des deux chambres se trouve interverti, après que l'on a changé la direction du vent.

Le procédé est, par suite, continu et il ne se produit aucune perte, sauf au moment du premier allumage pendant le temps où on laisse ouvertes les soupapes à cloche.

Toutes les matières carbonées se trouvent gazéifiées, et le produit est un hydrogène carburé ou bicarburé fixe. Le résidu minéral, cendre ou scorie, passant à travers les perforations de la grille et entre les tuyaux des tuyères et cette dernière, vient tomber dans le réservoir d'eau, d'où on l'enlève. Les morceaux de charbon qui ne seraient que partiellement décomposés remontent à la surface de l'eau, où on les reprend pour les recharger dans la cornue.

Le gaz fabriqué dans ce gazogène ne contient comme azote que celui qui provient de l'air soufflé, et comme le volume d'oxyde de carbone produit dans la seconde chambre est cinq fois plus grand que celui qui sort de la première chambre, la proportion d'azote contenue dans le gaz produit par l'appareil est insignifiante.

Comme on le voit, l'oxygène de l'air soufflé accomplit, en somme, une double action : il gazéifie le charbon, et amène la charge à l'état voulu pour qu'elle puisse décomposer la vapeur.

---

## Nouveau filtre-presse.

Le but que l'on s'est proposé dans la construction du filtre-presse, que nous allons décrire, est de combiner un appareil dont le tissu filtrant puisse être nettoyé avec facilité.

Comme construction générale, ce filtre est très analogue à un filtre-presse ordinaire à cadres, et les différents conduits et passages y sont formés de la façon habituelle; *a* est le tuyau d'alimentation du filtre. Mais le tissu filtrant, au lieu d'être en plusieurs morceaux indépendants les uns des autres, est constitué par une étoffe continue *j* passant sur des rouleaux *b* qui la guident en zigzag entre les cadres, comme on le voit sur les figures 1 et 2. Ces rouleaux *b* sont maintenus dans des supports solidement boulonnés aux différents cadres. Grâce à ce dispositif, il est possible, en écartant les cadres les uns des autres, de faire passer rapidement le tissu sur une série de brosses rotatives et de jets d'eau, qui le nettoient complètement en quelques minutes. Après avoir passé sur le dernier des rouleaux *b*, le tissu filtrant passe entre deux rouleaux d'entraînement *c* et *d*, puis sous la plaque de support *e* du filtre. En faisant tourner les rouleaux *c* et *d*, après avoir ouvert les cadres du filtre-presse, on peut, comme on le voit, déplacer d'une façon continue le tissu filtrant au-dessus des brosses de nettoyage *g*.

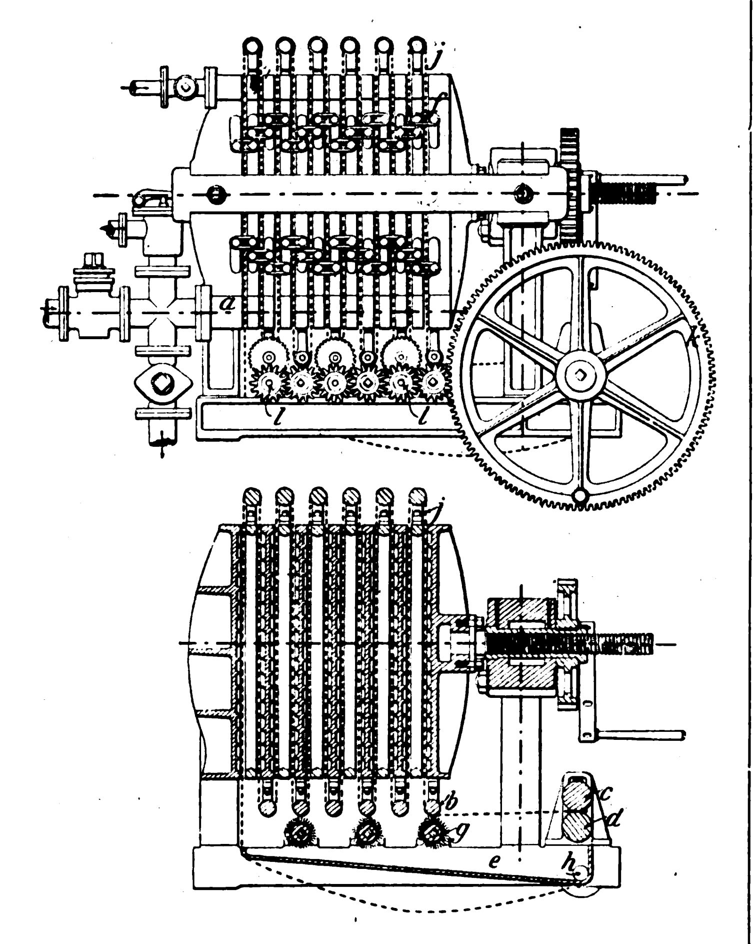



Fig. 1 et 2. — Élévation et coupe verticale médiane du filtre-presse.

Les divers cadres qui constituent le filtre presse sont reliés l'un à l'autre par des maillons à rainures *f*, montés sur des saillies disposées sur les bords verticaux des cadres, comme le montre la figure 1. Lorsque l'on tire vers l'intérieur le cadre extrême, en agissant sur le dispositif à vis que l'on voit sur les figures 1 et 2, on écarte tous les cadres l'un de l'autre, autant que le permettent les maillons; le filtre-presse se trouve alors dans la position que représente la figure 1.

Les brosses de nettoyage *g* sont fixées à la plaque de support du filtre dans une position telle que, lorsque les cadres sont écartés les uns des autres, elles se trouvent placées au-dessous des rouleaux de guidage inférieurs, de deux en deux (fig. 2). Ces brosses sont mises en rotation à grande vitesse au moyen du volant-manivelle et des engrenages *l*, que l'on voit sur la figure 1. Le volant-manivelle actionne également les rouleaux d'entraînement *c* et *d*.

Grâce à ce dispositif, la surface tout entière du tissu filtrant peut être soigneusement brossée en quelques minutes; les matières enlevées par les brosses tombent dans le récipient que forme la plaque de support *e* du filtre, d'où un courant d'eau les entraîne par l'orifice *h* (fig. 2).

Comme tissu filtrant, on emploie généralement une étoffe de coton croisée. Il est d'ailleurs très facile de remplacer la pièce de tissu filtrant par une neuve; il suffit d'attacher l'une des extrémités de la nouvelle étoffe à l'ancienne et de faire tourner les rouleaux d'entraînement *c* et *d*; le tissu filtrant neuf vient passer successivement sur tous les rouleaux *b*. Il ne reste qu'à en coudre ensemble les deux extrémités et à enlever l'ancienne étoffe.

L'usure du tissu filtrant se trouve sensiblement réduite dans ce type de filtre, parce que l'on peut, après chaque nettoyage, faire en sorte que les joints du filtre se trouvent en de nouveaux points du tissu.

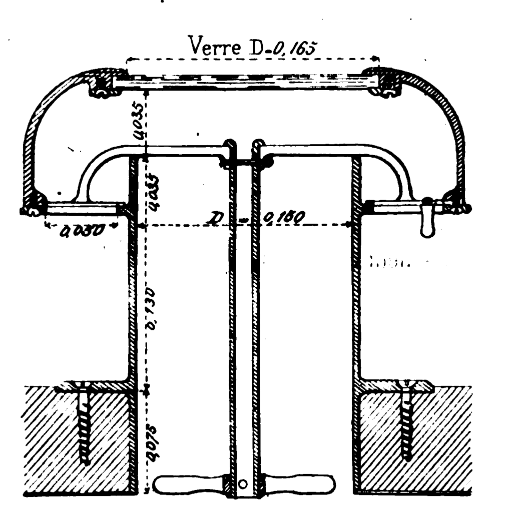
---

## Ventilateur à diaphragme pour yacht.

Les ventilateurs ou dispositifs d'aérage employés sur les yachts et autres bateaux pour assurer le renouvellement de l'air dans l'entrepont présentent, en général, un certain nombre d'inconvénients: la vis qu'ils comportent tendance à se rouiller et à se détériorer; pendant les gros temps, ils laissent souvent pénétrer l'eau de mer; ils sont sujets à être endommagés par les câbles; il faut un temps appréciable pour les fermer ou les ouvrir; enfin le caoutchouc qui entre dans leur construction se détériore rapidement.

L'appareil que représente la figure ci-dessous, empruntée à l'*Engineering*, a été combiné précisément dans le but d'éviter ces divers inconvénients.

Il se compose d'un tuyau métallique vertical portant deux collerettes: la collerette inférieure sert à le fixer au pont, la collerette supérieure reçoit le dôme qui le recouvre et la plaque qui constitue le diaphragme. Cette plaque est percée d'un certain nombre d'orifices ou évents, et la collerette supérieure est munie de trous correspondants, de telle sorte qu'en faisant tourner convenablement le diaphragme, on puisse amener ses orifices en coïncidence avec les trous de la collerette. Le mouvement de rotation est donné au diaphragme soit de dessous le pont, en tournant une manette disposée à la partie inférieure d'un axe vertical, soit d'au-dessus du pont, en poussant un bouton qui fait saillie sous le diaphragme (voir figure ci-dessus).




Ventilateur à diaphragme pour yacht.

La section des ouvertures du diaphragme et de la collerette supérieure est égale à celle du tuyau principal de l'appareil.

Celui-ci fait d'ailleurs saillie dans le dôme sur une certaine longueur; il constitue ainsi une barrière s'opposant à l'introduction de l'eau, en même temps qu'il aide à la circulation de l'air en la dirigeant.

La partie supérieure du dôme peut porter une vitre, comme le montre la figure ci-dessus, mais pour les petites tailles, le dôme est entièrement en métal.

On peut comprendre maintenant comment ce type de ventilateur évite les inconvénients précédemment signalés:

Son diaphragme, qui est en laiton, ne comporte aucune vis qui soit sujette à la rouille; la saillie que fait le tube central à l'intérieur du dôme arrête l'eau qui pourrait pénétrer par les joints des orifices lorsque le pont est balayé par les vagues et que le ventilateur est fermé; l'appareil constitue un ensemble peu sujet à être détérioré par les câbles; le ventilateur peut être ouvert ou fermé instantanément, soit de dessus, soit de dessous le pont; enfin il n'entre dans sa construction aucune garniture en caoutchouc ou en cuir, susceptible de se détériorer.

Ce type de ventilateur s'exécute en différentes tailles et est employé, en Angleterre, à bord des yachts, des navires de guerre et autres.

---

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 20 août 1900.*

**Physique du globe.** — *Sur la composition de l'air dans la verticale, et sur la constitution des couches supérieures de l'atmosphère terrestre.* Note de M. G. Hinrichs.

D'après les calculs de M. Hinrichs, l'acide carbonique disparaîtrait de l'atmosphère à la hauteur de 3 myriamètres, tandis que l'argon y resterait appréciable jusqu'à 6 myriamètres. S'il y avait autant de bioxyde de carbone que d'hydrogène, cet oxyde disparaîtrait aussi à la hauteur de 6 myriamètres. A cette hauteur, l'atmosphère ne contiendrait que les trois éléments O, Az, H ; mais, tandis que l'azote a passé par un maximum de 86 °/ₒ à 4 myriamètres d'altitude, l'oxygène aurait diminué continuellement et ne serait plus que le dixième de l'azote. En même temps, l'hydrogène se serait accru jusqu'au double du volume de l'oxygène, sans qu'il y ait possibilité de détonation, en raison de la température, de la raréfaction et de la dilution par l'azote, en volume trois fois égal à celui du gaz détonant. Dans les couches supérieures, l'oxygène doit continuer à diminuer ; à l'altitude de 10 myriamètres, au niveau inférieur des rayons lumineux des grandes aurores, l'atmosphère serait constituée par de l'hydrogène presque pur, ne contenant que 5 °/ₒ d'azote.

**Physique.** — *Sur l'extraction de l'oxygène de l'air par dissolution à basse température.* Note de M. Georges Claude, présentée par M. d'Arsonval.

On sait quel intérêt extrême s'attacherait à l'obtention de l'oxygène à un prix très bas. Production des hautes températures, augmentation du rendement des sources lumineuses, des moteurs à gaz, réactions chimiques innombrables, fourniraient à ce corps un énorme débouché et contiendraient le germe de toute une révolution industrielle. Or, ce problème est probablement réalisable. Il n'en coûte théoriquement aucune énergie pour séparer l'air atmosphérique en ses éléments et, dès lors, on doit pouvoir arriver à des procédés pratiquement peu coûteux : mais ces procédés devront sans doute être physiques et non pas chimiques, ceux-ci mettant tous en jeu des quantités relativement énormes d'énergie.

Dans les emplois de l'oxygène pour l'obtention des hautes températures, il suffit de produire un enrichissement à 50 ou 60 °/ₒ de l'air ordinaire, pour avoir des effets remarquables. Les procédés physiques qui ne sont, en général, que des procédés d'enrichissement, peuvent donc être employés.

M. Claude s'est adressé à un procédé depuis longtemps connu, celui qui utilise la solubilité inégale de l'oxygène et de l'azote dans les liquides. Ce procédé n'a pas donné jusqu'ici de bons résultats, parce que, semble-t-il, on s'est limité à l'eau, solvant médiocre. On peut utiliser de meilleurs dissolvants en opérant à basse température.

Le procédé employé pour cette étude a consisté à saturer d'oxygène, par barbotage sous une pression connue et à la température désirée, une certaine quantité du liquide choisi, l'oxygène ou plutôt l'air riche sous pression étant fourni par un récipient du commerce. La saturation terminée, on refoulait brusquement un volume connu du liquide saturé dans une éprouvette placée sur la cuve à mercure, où le gaz dissous sous l'excès entre la pression de dissolution (3 à 4 atmosphères) et la pression atmosphérique se dégageait. On notait son volume, toutes corrections de pression, de température et de tension de vapeur faites, puis on l'analysait volumétriquement par la potasse et l'acide pyrogallique. Connaissant ainsi le volume total dégagé et comparant la teneur en azote du gaz dégagé à celle de l'air enrichi fourni par le tube à oxygène, on pouvait calculer les deux éléments cherchés : solubilité de l'oxygène, solubilité de l'azote. On a ainsi essayé les divers alcools et éthers, l'acétone, l'acétol, le chloroforme, l'oxyde de méthyle liquide, les pétroles, la benzine, le chlore liquide et différents liquides inorganiques, etc.

Les résultats obtenus n'ont pas été satisfaisants, car pour tous ces bons dissolvants, la solubilité de l'oxygène s'est montrée sensiblement égale à celle de l'azote.

**Chimie appliquée.** — *Sur l'emploi du bioxyde de sodium pour assainir les puits envahis par l'acide carbonique.* Lettre de M. E. Derennes à M. Bouchard.

A l'occasion de la communication récente de MM. Desgrez et Balthazard (1), relative à la régénération de l'air confiné, au moyen du bioxyde de sodium, M. Derennes propose l'emploi de ce corps pour l'assainissement des puits envahis par l'acide carbonique. L'emploi de laits de chaux, pour l'assainissement des puits, ne donne que des résultats imparfaits car, le plus souvent, l'air vicié qui remplit un puits est un mélange d'acide carbonique et d'azote, représentant de l'air dans lequel l'oxygène est remplacé par un égal volume d'acide carbonique. On absorbe l'acide carbonique par la chaux, mais l'azote reste. Avec le bioxyde de sodium, au contraire, l'acide carbonique absorbé est remplacé par un volume égal d'oxygène; l'air reprend sa composition normale. Il y aurait lieu, dès lors, d'examiner si l'on ne pourrait pas prescrire le bioxyde de sodium dans le matériel de sauvetage des sapeurs-pompiers.

G. H.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 17, p. 315. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

---

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Les appareils de frein et d'attelage des voitures et wagons aux États-Unis.** — Le *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer* passe en revue, dans son numéro de juillet, les appareils de frein et d'attelage qui sont actuellement employés sur les divers réseaux des États-Unis. Le matériel à marchandises est pourvu en grande partie du frein à air, contrairement à ce qui existe en Europe, où les wagons ne possèdent généralement que le frein à main. Sur les longues pentes, on ne freine guère, dans les trains de marchandises, que le tiers environ du nombre total d'essieux. Toutes les voitures à voyageurs sont munies du frein à air comprimé à action rapide; le rapport du poids freiné à la charge totale atteint 90 °/ₒ.

Les sabots de frein, en fonte, sont d'un usage à peu près général. Les accouplements entre véhicules sont le plus souvent métalliques avec joints en caoutchouc; quelques Compagnies font cependant usage de boyaux de raccordement en caoutchouc.

L'attelage des voitures et des wagons se fait presque partout d'une façon automatique, afin d'éviter les dangers qui accompagnent l'accrochage, entre véhicules, des tendeurs et des chaînes, par les agents des trains et qui, sur notre continent, sont la cause de nombreux accidents. Les ressorts de traction ont une forme hélicoïdale; ils sont conjugués avec une traverse reliée aux tiges de tampons, afin d'assurer toujours le contact parfait de ceux-ci dans les passages en courbe. Ce dernier dispositif se rencontre aussi sur les voitures à voyageurs de quelques compagnies européennes.

#### CHIMIE INDUSTRIELLE

**L'épuration des alcools par l'air froid.** — M. Scott a présenté à la Société anglaise d'Industrie chimique un mémoire sur l'épuration des alcools par l'air froid, mémoire que reproduit le *Moniteur Scientifique* d'août 1900.

Le procédé a pour but d'éliminer et, autant que possible, d'oxyder certaines impuretés contenues dans les alcools nouvellement distillés, au moyen d'air préalablement purifié; il est bon de maintenir pendant l'opération l'acool à une température au-dessous de zéro, sans quoi l'on s'expose à des pertes.

On arrive à éliminer les alcools supérieurs et à diminuer, par là même, les effets nuisibles de l'alcool.

Le procédé employé par l'auteur consiste à exposer l'alcool en large surface et à une température de 0° au plus, à l'action d'une colonne d'air sec purifié. La réfrigération est obtenue au moyen d'eau salée, refroidie elle-même par un machine frigorifique à ammoniaque. L'air est aspiré à travers un filtre à coton, soie et toile métallique, il passe ensuite dans un réservoir contenant de l'eau et est séché dans un appareil, appelé boîte à neige, constitué par une caisse métallique, étanche, convenablement isolée et renfermant une conduite d'ammoniaque, de retour de la machine frigorifique. L'air ayant abandonné son humidité, est comprimé à 20 livres par une pompe et refroidi dans une cuve à eau salée.

L'alcool est également refroidi en passant dans un serpentin plongé dans une cuve réfrigérante. Cet alcool et l'air sont ensuite projetés en pluie avec une pression de 20 livres, dans un cylindre en cuivre de six pieds sur trois pieds. L'air passe à travers un système de chicanes pour retenir les gouttes d'alcool entraîné, puis à travers les filtres et s'échappe enfin dans l'atmosphère, entraînant les impuretés.

Le wisky, traité par ce procédé, mûrit aussi facilement que le wisky non soumis au traitement; il ne subit aucune détérioration. Le procédé n'a pas la prétention de supprimer le vieillissement mais seulement de l'abréger.

#### CONSTRUCTION DES MACHINES

**De l'emploi de l'acier dans la construction du matériel de traction et de transport des chemins de fer.** — L'acier s'est substitué aujourd'hui au fer dans presque toutes ses applications, notamment pour la construction du matériel roulant des chemins de fer. Sa généralisation tient à ses qualités propres qui sont principalement sa résistance élevée, son élasticité, sa grande faculté d'allongement et son prix de revient le plus souvent inférieur à celui du fer, quand il s'agit surtout de tôles de qualité supérieure. Son emploi, d'abord très restreint, à cause des mécomptes dus à des procédés imparfaits de fabrication, auxquels il avait donné lieu à l'origine, s'est étendu peu à peu au fur et à mesure des progrès de la métallurgie sidérurgique.

*Le Bulletin du Congrès des Chemins de fer* de juillet 1900, publie un travail très important de M. Durant, sur les résultats d'une enquête qu'il a faite auprès de la plupart des Compagnies du monde entier, dans le but d'en dégager une indication aussi exacte que possible sur l'état général actuel de l'emploi de l'acier, dans la construction du matériel de traction et de transport.

Aujourd'hui, les chaudières de locomotives se construisent pour les neuf dixièmes en acier, sauf le foyer qui est presque exclusivement en cuivre rouge. La préférence donnée actuellement aux tubes en acier, comparativement à ceux en laiton, est justifiée par un prix de revient plus avantageux et par la dilatation moins grande que subit ce métal et qui, par conséquent, produit une poussée plus faible sur les plaques. L'emploi de l'acier pour les longerons, les glissières et leurs supports est à peu près général. Les pièces du mécanisme de propulsion sont souvent en acier, mais celles du mécanisme de distribution sont plus fréquemment en fer. Les essieux, les bandages sont tous en acier; les roues, tantôt en fer, tantôt en acier moulé. Ce dernier métal tend à remplacer la fonte et les pièces de forge difficiles dans nombre de cas. Dans les wagons, l'acier est employé concurremment avec le fer pour la confection des châssis et des organes de choc et de traction, ainsi que pour les montants et les tôles des caisses, lorsqu'elles ont une ossature métallique.

Les qualités industrielles qu'on reconnaît aujourd'hui à l'acier jointes aux conditions relativement économiques de sa fabrication, font prévoir que le nombre des applications qu'on en a faites jusqu'ici s'accroîtra encore dans l'avenir.

#### ÉLECTRICITÉ

**L'éclairage électrique du port de Bordeaux.** — La Chambre de commerce et la Ville de Bordeaux s'étant mises d'accord sur un projet d'éclairage électrique de tous les quais verticaux de la rive gauche de la Gironde et du bassin à flot, l'État consentit à participer de moitié aux dépenses.

Le programme à réaliser comprenait :

1° Un éclairage permanent devant fonctionner toute la nuit sur une longueur de quai en rivière atteignant 2 800 mètres et sur le parcours du bassin à flot dont le développement, mesuré à l'arête des quais, est de 1 777 mètres;

2° Un éclairage supplémentaire, dit accidentel, destiné spécialement à éclairer le bord du quai et à donner, par sa combinaison avec l'éclairage permanent, un éclairage continu et abondant de l'ensemble des quais et de ses dépendances.

L'éclairage permanent est en service depuis le 15 octobre 1898; l'éclairage accidentel fonctionne depuis le 15 décembre de la même année.

M. P. Meunier, Ingénieur des Ponts et Chaussées, donne, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1er trimestre 1900), de très intéressants détails sur



cette importante installation qui comprend, pour le premier éclairage, quarante lampes à arc de 15 ampères, espacées de 100 à 120 mètres et, pour l'éclairage accidentel, vingt-deux pylônes à deux crosses portant quarante-quatre arcs de 7,5 ampères. Ce dernier circuit est facilement extensible.

La distribution à trois fils, par courant continu, a été choisie; chaque éclairage comporte un circuit distinct.

L'électricité est fournie au premier circuit par deux groupes électrogènes dont les dynamos (275 volts, 95 ampères) sont reliées en série et assurent, entre les fils extrêmes, une différence de potentiel de 550 volts. Chaque groupe comporte une machine verticale de 35 chevaux.

La machinerie de l'éclairage accidentel se compose uniquement d'une turbine-dynamo de 275 volts et 125 ampères, faisant 50 chevaux. Une machine identique est commune aux deux services pour la rechange.

La canalisation électrique est aérienne.

Le prix de revient de l'éclairage permanent est, en moyenne, de 0 fr. 25 l'hectowatt-heure. Pour l'éclairage accidentel, on a établi un tarif à la durée, comme pour les engins de levage ordinaires : 1 fr. 50 le prix d'une heure d'usage d'un foyer de 15 ampères, 2 francs celui de 2 heures d'usage, etc. Les prix élémentaires de l'incandescence ont été calculés d'après la dépense du courant, sur la même base que ceux des arcs.

Le prix le plus avantageux correspond à l'abonnement à l'année pour 8 lampes et pour toute la nuit, le prix de l'hectowatt-heure ressort alors à 6 centimes.

### HYDRAULIQUE

**Travaux pour l'alimentation d'eau de Jersey City.** — L'*Engineering Record*, du 21 juillet, décrit en détail les travaux qu'exécute actuellement la Jersey City Water Supply Cᵒ pour assurer l'alimentation d'eau de Jersey City.

La quantité d'eau à fournir par jour sera provisoirement de 227 000 mètres cubes; mais elle devra pouvoir être portée à 318 000 mètres cubes en surélevant le barrage de retenue et en installant une seconde conduite d'amenée. Le barrage est établi sur le Rockaway River, à Boonton (N. J.), et l'eau se rend par la gravité aux réservoirs installés à Jersey City.

Le bassin du Rockaway River, à l'amont du barrage, a une superficie de 315 kilom. carrés. Le barrage que l'on construit actuellement submergera 320 hectares et pourra emmagasiner 32 700 000 mètres cubes d'eau. En augmentant sa hauteur de 5m 80, la surface submergée deviendra 390 hectares et le volume d'eau emmagasiné montera à 57 700 000 mètres cubes. Le débit minimum du Rockaway River est de 6 800 mètres cubes par jour, ce qui, joint à la quantité d'eau retenue, suffira pour l'année la plus sèche.

Le barrage a 1 036m 30 de longueur à la crête; il est construit en gros blocs avec parement en moëllons. L'auteur décrit en détail son mode de construction; puis il donne une description détaillée de la conduite d'amenée de l'eau.

Cette conduite est, partie en maçonnerie, partie en acier. La conduite en maçonnerie a, intérieurement, 2m 60 de largeur et autant de hauteur; celle en acier a 1m 85 de diamètre. La longueur totale de la conduite sera de 36km 3.

### HYGIÈNE

**Épuration et filtration des eaux d'alimentation de la banlieue de Paris.** — MM. Veilhan, Ingénieur des Ponts et Chaussées et Regnard, Ingénieur civil des Mines, exposent, dans une notice publiée par les *Annales des Ponts et Chaussées* (1er trimestre 1900), les résultats obtenus par la Compagnie générale des Eaux, à la suite de la transformation réalisée depuis quelques années dans l'alimentation en eau potable de la banlieue parisienne.

La pollution toujours croissante des eaux de la Seine amena la convention de 1894, passée entre le département de la Seine et la Compagnie des Eaux; celle-ci s'y engageait : 1° à n'utiliser les eaux des usines en aval que pour la salubrité et les besoins industriels; 2° à puiser en amont de Paris toutes les eaux destinées à l'alimentation ; 3° à épurer ces eaux par un traitement au fer métallique, suivi d'une filtration rationnelle.

Ces travaux, exécutés d'après un projet d'ensemble de M. Boutan, furent terminés le 1er janvier 1896; ils n'avaient pas coûté moins de 12 millions. Une des conséquences de ces travaux fut l'augmentation considérable des abonnements.

Les usines alimentaires sont groupées en deux centres principaux, Choisy-le-Roi et Neuilly-sur-Marne, avec usine de secours à Nogent-sur-Marne ; le débit total journalier de ces trois usines s'est élevé, le 1er juillet 1900, à 127 000 mètres cubes.

Les auteurs décrivent les procédés d'épuration et de filtration de l'eau qui, puisée dans la Seine et dans la Marne, est brassée avec du fer métallique, pendant 3 minutes environ, dans des cylindres tournants du nom de *revolvers*, puis dirigée vers des bassins de décantation, par des cascades destinées à l'aérer et à peroxyder les sels de fer produits ; de là, elle est conduite sur des filtres à sable, dont l'entretien consiste en nettoyages assez fréquents, coûtant 0 fr. 03 par mètre carré ; les rechargements, qui se font une fois l'an, reviennent à 0 fr. 70 par mètre cube.

Le personnel réclamé par cet entretien est de 8 à 10 hommes pour des installations de 50 à 60 000 mètres cubes par jour.

Le prix de revient de premier établissement de ces installations a varié à l'origine de 20 à 40 francs par mètre cube journalier à traiter. Les analyses du laboratoire de Montsouris, chargé du contrôle de ces installations, prouvent que l'eau de Seine et de Marne, ainsi traitée, est parfaitement potable et limpide, même en temps de crue. Au point de vue bactériologique, l'amélioration est tout aussi sensible ; l'analyse révèle une moyenne conforme au minimum de 400 microbes par centimètre cube fixé par l'Administration ; des échantillons prélevés en 1899 à l'usine de Neuilly-sur-Marne ont donné même, une moyenne de 214 microbes.

### MÉCANIQUE

**Moteur à gaz Crossley de 350 chevaux.** — L'*Engineer*, du 20 juillet, donne la description d'un moteur à gaz Crossley de 350 chevaux.

Ce moteur comporte deux cylindres horizontaux, placés dans le prolongement l'un de l'autre, de part et d'autre de l'arbre-manivelle. Les deux bielles attaquent le même bouton-manivelle, l'une d'elles ayant une tête en fourche. Les cylindres ont 0m 66 de diamètre avec une course de 0m 91 ; et la vitesse normale du moteur est de 150 tours par minute. Il est relié directement à une dynamo par un accouplement flexible, et il est pourvu d'un volant très lourd, mesurant 3m 95 de diamètre et 0m 95 de largeur.

Ce volant est formé de deux moitiés, assemblées par un procédé nouveau, que l'auteur décrit en détail.

Le moteur est destiné à être alimenté par du gaz de gazogène. Pendant les essais, le débit de la dynamo a été de 2 250 ampères à 110 volts, ce qui correspond à 332 chevaux-électriques.

Chacun des cylindres est muni d'un régulateur centrifuge à grande vitesse, qui règle la proportion de gaz et d'air, ce qui, joint à la masse considérable du volant, maintient pratiquement constant le moment de rotation.

**Le moteur Banki.** — Le professeur Donat Banki, à qui l'on doit une intéressante théorie des moteurs à gaz (1), a récemment entrepris dans les ateliers de la maison Ganz et Cie, à Budapest, une série d'expériences sur des moteurs à pétrole, à faibles espaces de compression, caractérisés par ce fait que, pendant l'aspiration, de l'eau est injectée dans les cylindres. Ces expériences l'ont conduit à la construction d'un moteur économique de 20 chevaux dont le fonctionnement serait absolument satisfaisant.

La théorie de ce moteur, sa description et l'étude de ses conditions de fonctionnement font l'objet de deux longs articles de M. E. Meyer, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 11 août, et de M. Emil Schimanek, dans la *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines*, du 10 août.

### MÉTALLURGIE

**Nouvelles installations de laminoirs, en Amérique.** — Dans le *Stahl und Eisen* du 15 juillet, M. P. Eyermann, décrit un certain nombre d'installations nouvelles de laminoirs qu'il a visitées, pendant un voyage d'études, en Amérique.

Parmi ces installations, il insiste en particulier sur les laminoirs pour fers ronds et plats et pour éclisses de la Carnegie Steel Company, à Duquesne; sur les laminoirs installés par la même Compagnie à Homestead, pour le laminage des gros fers profilés et pour l'obtention des tôles. Dans la première installation, la force motrice est produite par cinq grandes machines à vapeur; il existe treize trains de laminoirs. Toutes les manutentions sont effectuées mécaniquement, au moyen d'appareils de levage perfectionnés. La production journalière de ces laminoirs est de 2 000 tonnes. L'installation relative aux gros fers profilés comporte trois trains de laminoirs, dont la production journalière atteint 1 600 tonnes. Enfin l'installation relative aux tôles comportent seize laminoirs, pour le travail de blocs d'acier pesant de 5 à 10 tonnes. La production de ces derniers laminoirs atteint 1 500 tonnes par jour. L'auteur donne de nombreux détails sur la disposition générale de ces laminoirs et s'étend assez longuement sur les méthodes de travail appliquées.

### PHYSIQUE INDUSTRIELLE

**Réchauffeurs intermédiaires dans les machines à vapeur à expansion multiple.** — M. A. Mallet résume, dans son intéressante chronique du *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France* (juillet 1900), une importante communication que M. le professeur Thurston a présentée à la dernière réunion de l'*American Society of Mechanical Engineers*, à Cincinnati, sur l'emploi du réchauffage intermédiaire de la vapeur dans les machines à expansion multiple.

Le réchauffage intermédiaire de la vapeur dans son passage d'un cylindre à un autre, a été pratiqué depuis assez longtemps déjà ; John Bourne dit l'avoir employé en 1859, M. E. A. Cowper en fit, un peu plus tard également, des applications en Angleterre et aux États-Unis ; il fut employé aussi par Henry R. Worthington, par Corliss et par M. Leavitt.

Les ingénieurs sont d'avis différents sur les résultats fournis par ce réchauffage ; les uns, comme M. Carl Sulzer, de Wintherthur et comme MM. Sulzer frères, prétendent ne trouver aucun avantage par son emploi ; du moins, si cet emploi produit une légère économie, celle-ci est plus que compensée par l'intérêt de la dépense supplémentaire des appareils ; les autres, comme MM. Charles H. Manning, Richard Rice, Leavitt, Mansfield, Reynolds, en recommandent l'emploi.

Le réchauffage, pratiqué sur la machine d'expériences, à quadruple expansion, du Sibley College, ainsi que sur celle, à triple expansion, de l'Institut de Technologie du Massachusetts, présente quelque économie ; sur la machine à triple expansion d'expériences du Sibley College, l'emploi combiné des réchauffeurs et des enveloppes de cylindres n'a donné, par contre, que peu ou point d'avantage. L'emploi alternatif de ces organes fait cependant voir qu'ils se remplacent l'un l'autre dans une certaine mesure et agissent d'une façon analogue.

L'enveloppe de vapeur, la surchauffe et le réchauffeur intermédiaire auraient, d'après l'auteur, tous les trois le même mode d'action : ils commencent par sécher la vapeur pour lui donner ensuite un certain degré de surchauffe, ce qui a pour effet de réduire sensiblement la condensation initiale. Mais, dans tous les cas, il ne faut pas perdre de vue que l'on doit d'abord obtenir, à la chaudière, de la vapeur aussi sèche que possible afin de ne pas avoir à vaporiser, dans la machine, de l'eau entraînée avec la vapeur. Si les appareils de réchauffage ne sont pas organisés pour que la séparation de l'eau toujours entraînée, puisse s'opérer efficacement, il ne faut pas s'étonner que le résultat de leur emploi soit nul ou peu avantageux.

### TRAMWAYS

**Les tramways électriques à caniveau latéral, dans Paris.** — Les nouvelles lignes de tramways à traction électrique qui viennent d'être établies à Paris, de la place de la Bastille à la gare Montparnasse, de la place de l'Étoile à la gare Montparnasse et de Saint-Ouen au Champ-de-Mars, sont à prise de courant souterrain, avec caniveau latéral. Le choix de ce dispositif assez coûteux a été motivé par l'obligation dans laquelle se sont trouvées les Compagnies concessionnaires d'éviter l'emploi du trolley aérien, proscrit par l'Administration de la Ville de Paris.

La *Revue des chemins de fer*, du mois de juin, donne quelques détails intéressants, des divers systèmes de caniveaux qui, suivant les circonstances locales, ont été appliqués sur les lignes susmentionnées. Pour assurer leur stabilité transversale, on a dû les

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 16, p. 258.

jumeler au moyen d'entretoises métalliques réunissant, de distance en distance, les deux files intérieures de rails de la voie double. Pour éviter le virage des voitures aux stations terminus, on a adopté la solution de la mobilité de la prise de courant, afin de pouvoir faire passer celle-ci d'un côté à l'autre du véhicule, suivant le sens de la marche et la position du caniveau par rapport à la voiture.

Les chaises-supports des rails de l'entre-voie sont distantes de 1m 05. Les rails conducteurs, en forme de ⊥, d'une longueur de 8m 40, sont réunis par des connexions en cuivre et fixés à des supports isolateurs écartés de 2m 10 d'axe en axe. Les frotteurs, pour la prise du courant, sont en fonte; ils sont pressés contre les barres conductrices par des ressorts elliptiques, dont le jeu latéral est limité par des biellettes horizontales. La largeur de ces frotteurs étant supérieure à celle de l'ornière des rails de caniveaux, on a dû prévoir un dispositif ingénieux pour pouvoir effectuer rapidement, en des endroits déterminés de la ligne, l'entrée et la sortie des appareils de prise de courant par des trappes spéciales.

**Tramway électrique de Worcester et Webster (États-Unis).** — La ville de Worcester est, après Boston, la ville la plus importante, comme richesse et comme population, de l'État de Massachusetts, et de nombreuses entreprises industrielles s'y développent rapidement.

Des six lignes suburbaines qui la relient actuellement aux villes et villages voisins, dans un rayon de 30 kilom., celle de Worcester et Webster est la dernière qui ait été construite. Le *Street Railway*, du mois de juillet, en donne la description.

L'usine centrale d'électricité et le magasin des wagons sont situés à Oxford. Les machines représentent une puissance de 1 000 chevaux, mais les bâtiments sont disposés de façon à en permettre le doublement. La salle des machines contient deux machines Hamilton-Corliss cross-compound, de 600 chevaux chacune, faisant 120 tours par minute et accouplées directement à deux génératrices Westinghouse de 275 kilowatts.

Les voitures, ouvertes ou fermées, ont environ 13 mètres de longueur, et peuvent contenir 40 à 44 voyageurs. Elles sont munies de deux moteurs Westinghouse de 50 chevaux à grande vitesse et de freins à air.

La longueur de la ligne est d'environ 27 kilom.; les dépenses d'installation et de matériel ont été de 2 millions de francs. Les travaux, commencés au printemps de 1899, étaient terminés au mois de septembre suivant, malgré les difficultés rencontrées dans l'établissement des rampes et des alignements.

### TRAVAUX PUBLICS

**Nouveau pont en maçonnerie, formé de deux arches de 42m 65 de portée chacune, à Bullow Falls (États-Unis).** — L'un des ponts en maçonnerie les plus remarquables d'Amérique vient d'être construit par le Fichtburg Railroad sur le Connecticut River à Bullow Falls (État-Unis).

Ce pont, dont l'*Engineering News*, du 21 juin, donne la description, a remplacé un pont en bois, système Burr, à double voie, comportant trois poutres principales. La position adoptée pour le nouveau pont étant un peu sur le côté de l'axe de l'ancien ouvrage, on enleva de ce dernier l'une des poutres principales, ce qui permit de continuer le trafic avec une seule voie. De cette façon, le nouveau pont ne s'étendait qu'à 2m 75 au-dessus de la partie restante de l'ancien, et la clef de voûte avait au-dessus d'elle un espace libre d'environ 0m 60.

L'auteur fait ressortir les raisons qui ont décidé le rejet de l'acier et l'adoption de la maçonnerie pour cet ouvrage. Les rives rocheuses de la rivière se prêtaient très bien à l'établissement de la pile centrale et des culées. On choisit d'ailleurs le moment des plus basses eaux pour exécuter le travail, et le temps ayant été exceptionnellement sec, la construction put se faire très rapidement : les fondations furent commencées le 12 septembre 1899, et les trains circulaient sur le pont terminé, le 10 décembre, soit 90 jours plus tard.

Ce pont se compose de deux arches en maçonnerie, de 42m 65 de portée et de 6m 10 de flèche. Sa largeur, au niveau des rails, est de 8m 85.

L'auteur décrit en détail la construction des cintres. Ceux-ci restèrent en place pendant un mois pour l'une des arches et pendant trois semaines pour l'autre.

### DIVERS

**Fabrique de ciment de la Virginia Portland Cement Cº (États-Unis).** — Les usines de la Virginia Portland Cement Cº, dont M. Watson WREDENBURGH donne la description dans l'*Engineering Record*, du 28 juillet, viennent d'être récemment terminées et constituent une fabrique de ciment Portland pourvue, dans chacune de ses parties, des derniers perfectionnements.

Les terrains possédés par la Compagnie ont une superficie d'environ 480 hectares et sont situés à Craigsville (Virginie); les usines couvrent une surface de 10 hectares.

Les matières premières sont extraites de couches de calcaire fossilifère très pur, de formation silurienne et de dépôts de schistes argileux ayant la composition qui suit :

| | | |
|---|---|---|
| *Calcaire :* | | |
| Chaux | p. 100. | 54,3 |
| Matières volatiles | | 43,63 |
| Parties insolubles | | 1,46 |
| Magnésie | | 0,66 |
| *Argile :* | | |
| Silice | p. 100. | 53,63 |
| Alumine | | 24,47 |
| Chaux | | 5,94 |
| Magnésie | | 1,79 |
| Matières volatiles | | 10,03 |

L'installation comprend les bâtiments suivants : 1° L'usine de force motrice (17m 10 × 25 mètres), avec un prolongement entre les moulins (13m 10 × 23m 80); 2° le bâtiment des chaudières (12m 20 × 15m 25); 3° le bâtiment du calcaire (22m 25 × 24m 40); 4° le moulin à matières premières (18m 30 × 21m 95); 5° le bâtiment des fours (20m 10 × 36m 25); 6° le moulin à ciment (18m 30 × 21m 95); 7° le magasin (22m 85 × 76m 20) et l'atelier du tonnelier (9m 15 × 18m 30); 8° le moulin à charbon (14m 65 × 18m 30) et l'atelier mécanique (9m 15 × 18m 30). Les plans ont d'ailleurs été établis de façon à permettre des agrandissements futurs.

L'auteur décrit successivement les diverses parties de l'installation, dans l'ordre précédent, en faisant en sorte de suivre le parcours effectué par les matières en traitement depuis leur sortie des carrières jusqu'à leur arrivée dans le magasin à l'état de produit fini, de façon que l'on puisse facilement comprendre le procédé de fabrication et en apercevoir la continuité.

## Ouvrages récemment parus.

**The Mineral Industry**; *its Statistics, Technology and Trade, in the United States and other Countries, to the end of 1899.* Tome VIII. — Un volume grand in-8° de 956 pages avec figures. — The scientific Publishing Cº, éditeur; New-York et Londres, 1900. Prix : relié, $ 5.

L'éloge de cette publication, créée et dirigée par M. Richard M. Rothwell, n'est plus à faire. C'est après son sixième volume, paru en 1898, que la Société d'Encouragement ayant reçu, sur son importance et sa valeur technique, le rapport qui lui fut présenté par l'un de ses plus distingués membres du Conseil, le regretté professeur S. Jordan, attribua, en 1899, à son créateur, M. Rothwell, le prix annuel réservé « à une publication utile à l'Industrie chimique ou métallurgique ».

Le « Mineral Industry » est utile à la fois aux deux Industries, chimique et métallurgique.

La collection de ses volumes doit prendre place dans la bibliothèque du technicien désireux de suivre les progrès faits, chaque année, dans les branches si variées de l'Industrie minérale, comme dans celle du grand commerçant qui a un intérêt primordial à avoir réunis sous la main les documents qui le renseignent non seulement sur l'importance des échanges de nation à nation des produits minéraux faisant l'objet de son négoce, mais aussi sur les centres de production nouvellement créés, sur leur richesse et leurs moyens d'écoulement.

Les articles qui traitent les questions techniques sont dus à des auteurs d'une compétence reconnue.

Le docteur Victor Lenher, qui termine en ce moment la traduction en anglais du livre de M. Moissan : « Le Four électrique » (1), donne, dans le présent volume, une étude des plus documentées sur les corps rares « Rare Elements » : l'argon, le cœsium, le calcium, le germanium, l'iridium, le lanthane et le didyme, le niobium, le tantale, l'osmium, le palladium, le radium et le polonium, le ruthenium, etc.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 17, p. 260; n° 18, p. 277; n° 19, p. 293.

Les « Progrès récents de la Métallurgie du fer et de l'acier » sont exposés par le savant professeur Henry M. Howe, l'auteur du traité le plus documenté de l'acier, *The Steel*, paru en 1890 et traduit en français en 1894.

Le professeur Howe, doué d'un esprit vif et judicieux, toujours prêt à la riposte, est un habile dialecticien dont le talent de critique, servi par une parole élégante et facile, en notre langue même, a pu être apprécié au dernier Congrès des mines et de la métallurgie, ainsi qu'au Congrès des méthodes d'essai.

La production électrolytique industrielle du chlore et de la soude caustique est décrite par M. Alfred T. Weightmann, qui dirige aujourd'hui l'usine d'électro-chimie de la « Lake Superior Power Cº », après avoir tenu l'emploi de chimiste principal dans les ateliers d'électrolyse des grandes usines à cuivre de Vivian and Cº, à Swansea.

C'est M. J. Kerschaw qui traite la question des progrès des industries de l'aluminium, du carbure de calcium et des chlorates obtenus par l'électrolyse; et M. W. Borchers, les questions relatives à la métallurgie du bismuth, du chrome, du tungstène, ainsi que celle, pleine d'actualité, de la fabrication du phosphore par l'électrolyse.

Le même auteur expose, d'une façon générale, les progrès récents de l'électro-chimie.

L'étude savante de M. A. Sauveur sur les « Progrès de la Métallographie » est à signaler aux spécialistes. Les sujets qui y sont traités leur offrent le plus grand intérêt.

Ce sont, principalement : les méthodes pour révéler la microstructure des métaux qui entrent dans un alliage; la microstructure de métaux purs; les phosphures et les sulfures sous le microscope; la courbe de refroidissement du fer électrolytique; les relations entre la structure de l'acier et les traitements thermiques et mécaniques qu'il a subis; etc.

Nombreux sont aussi les articles qui traitent des produits chimiques; l'ammoniaque et le sulfate d'ammoniaque; les aluns; la baryte, son principal minéral, sa préparation à l'état caustique; la fabrication du vitriol bleu; la potasse et le potassium; etc.

Il faut signaler encore les articles relatifs à la cyanuration; à la séparation de l'or et de l'argent par le procédé électrolytique de Mœbius; ceux qui décrivent les progrès de la métallurgie du zinc et du raffinage du cuivre par l'électrolyse, etc.

Au point de vue de l'abondance comme de la rapidité des informations relatives aux États-Unis, le « Mineral Industry » est certainement la meilleure publication. On trouve dans le présent volume, les éléments, bien complets, de statistique de l'année 1899. Quant aux informations de même nature concernant les autres nations, elles s'arrêtent à l'année 1898 et même à l'année 1897 pour la plupart. Les statistiques officielles ne sont pas tenues, jusqu'à présent, à renseigner rapidement.

A. P.

**Das Pumpenventil**, *ein Buch für Konstrukteure*, par Otto H. MUELLER (jr). — Un volume grand in-8° de IX-151 pages, avec 52 figures dans le texte. — Arthur Félix, éditeur; Leipzig, 1900. — Prix : broché, 5 marcs; relié, 6 marcs.

Cet ouvrage *(la soupape de pompe : livre pour les constructeurs)* est composé, pour la plus grande partie, avec les résultats des études personnelles que l'auteur a été obligé de faire, comme constructeur de pompes, résultats qui se sont trouvés constamment contrôlés les uns par les autres et par l'expérience.

L'auteur n'a pas entrepris de décrire et de juger tous les types possibles de soupapes de pompes, et, bien qu'il en ait signalé quelques-uns tout particulièrement, il n'a pas choisi de type modèle. Dans la partie théorique, il s'est débarrassé de tous les coefficients. C'est qu'il est une chose qui, pour le constructeur, est plus importante que les grandeurs elles-mêmes, ce sont les proportions : il doit savoir s'il convient de construire large ou étroit, lourd ou léger, haut ou bas, et c'est ce qu'indique sans ambiguité l'ouvrage de M. Mueller.

Quant aux déductions théoriques, l'auteur les a reproduites comme il les avait trouvées, c'est-à-dire en analysant le fonctionnement des divers mécanismes, ce qui est peut-être moins élégant, mais en tout cas plus convaincant qu'une aride déduction en partant de principes généraux.

*Le Gérant :* H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 19. N° 952. Samedi 8 Septembre 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Groupe électrogène de 1 000 kilowatts Delaunay-Belleville et Cie et Bréguet *(planche XXIX)*, p. 337; Ch. DANTIN; — L'Agriculture à l'Exposition universelle de 1900 *(suite)*, p. 342; G. COUPAN; — Participation des puissances étrangères. Suède et Norvège, p. 344; POITEVIN DE VEYRIÈRE. — **Congrès** : Les Congrès de Chimie à l'Exposition de 1900 *(suite et fin)*, p. 346; Léon GUILLET. — **Variétés** : L'Exposition pan-américaine de Buffalo (États-Unis) en 1901, p. 347; — Nouveau purgeur de vapeur, p. 348; — Nouveau type de traverse métallique, p. 349; — Cric télescopique minuscule, p. 349.
SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (27 août 1900), p. 350. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 350. — Ouvrages récemment parus, p. 352.

*Planche XXIX* : Machine à vapeur à grande vitesse de 1 250 chevaux, système Delaunay-Belleville.

## EXPOSITION DE 1900

### GROUPE ÉLECTROGÈNE DE 1 000 KILOWATTS

**Delaunay-Belleville et Cie et Bréguet.**

*(Planche XXIX.)*

Le groupe électrogène de 1 000 kilowatts, exposé par les maisons Delaunay-Belleville et Cie et Bréguet, dans le hall des machines La Bourdonnais (fig. 1 à 7), est formé par l'accouplement direct d'une machine à vapeur verticale à grande vitesse avec un alternateur triphasé. Les deux parties constitutives de ce groupe présentent dans leur construction un certain nombre d'innovations intéressantes.

**Machine à vapeur, système Delaunay-Belleville.** — La machine à vapeur de ce groupe électrogène, est une machine à grande vitesse, à triple expansion, qui appartient à un type de moteurs récemment adoptés par la maison Delaunay-Belleville et caractérisés principalement par un système de graissage continu, sous pression, de toutes les articulations. Ce nouveau mode de graissage a rendu pratique pour les grandes vitesses l'emploi de machines à double effet.

*Description générale.* — La machine qui figure à l'Exposition comporte quatre cylindres, dont deux à basse pression, respectivement surmontés des cylindres à moyenne et à haute pression (fig. 1 à 5, pl. XXIX). Entre ces deux lignes de cylindres en tandem, sont disposés les organes de distribution (fig. 3, pl. XXIX).

Les cylindres à haute et à moyenne pression sont séparés des cylindres à basse pression par une pièce de fonte ou lanterne (fig. 1 et 3, pl. XXIX) qui les supporte et qui sert de couvercle aux cylindres

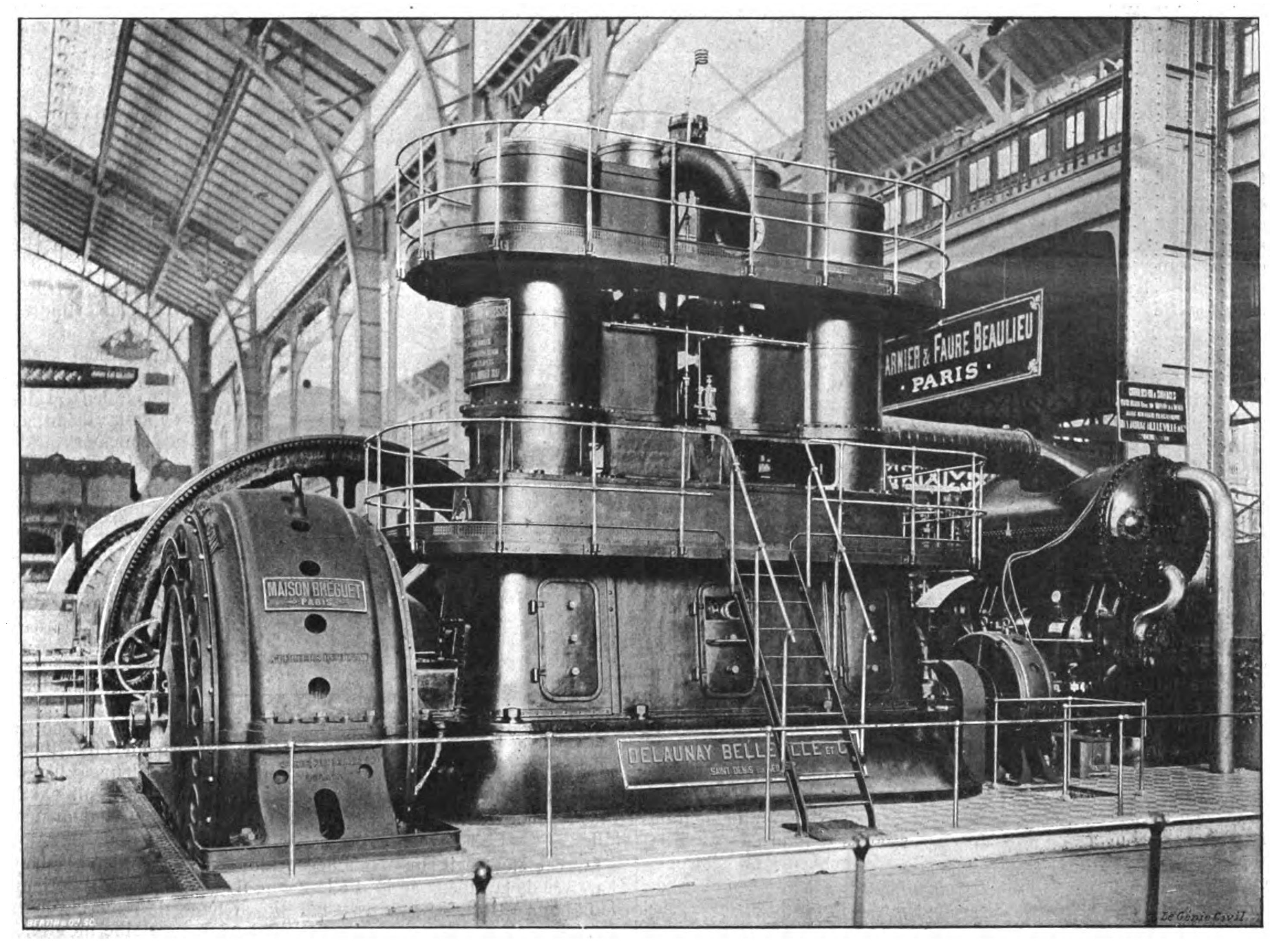



FIG. 1. — GROUPE ÉLECTROGÈNE DE 1 000 KILOWATTS : Vue d'ensemble, prise du côté de l'alternateur.

inférieurs et de fond aux cylindres supérieurs. Cette pièce comporte intérieurement une garniture étanche sur les tiges de pistons.

Les dimensions caractéristiques des cylindres sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| Diamètre du cylindre à haute pression | 0m 550 |
| — à moyenne pression | 0m 820 |
| — des deux cylindres à basse pression | 0m 850 |
| Course commune des pistons | 0m 460 |
| Nombre de tours par minute | 250 |

Les pistons sont en acier moulé, pourvus de garnitures système Ramsbottom; les garnitures de leurs tiges sont métalliques, à serrage élastique.

Les bielles des pistons moteurs s'attachent à 180° l'une de l'autre sur un arbre coudé placé à la partie inférieure et portant à l'une de ses extrémités une excitatrice et à l'autre l'alternateur (fig. 1). Cet arbre coudé est en deux pièces, il repose sur différents paliers formés par des renforts de la plaque de fondation. Celle-ci est en une seule pièce; elle forme trois compartiments, les deux extrêmes pour le passage des manivelles de l'arbre moteur, celui du milieu pour les excentriques qui commandent les tiroirs de distribution et les pompes de graissage placées à la partie inférieure (fig. 3, pl. XXIX).

La plaque de fondation supporte l'ensemble des cylindres au moyen de quatre puissants montants en fonte, dont deux forment glissières, tandis que les deux autres sont percés de portes pour l'accès aux bielles. Ces quatre montants sont reliés entre eux à la partie supérieure par une entretoise en fonte qui a pour but d'atténuer la transmission de chaleur des cylindres à la partie inférieure de la machine, tout en facilitant le service des boîtes à garnitures inférieures, placées sur les fonds de cylindres et tiroirs.

Le démontage des fonds des cylindres à basse pression et de leurs pistons se fait par l'intérieur de l'entretoise.



Fig. 2. — Groupe électrogène de 1 000 kilowatts : Vue de côté.

Les cylindres sont pourvus de calorifuges et recouverts d'une enveloppe en tôle; il n'y a aucune enveloppe de vapeur. Toutefois, les fonds des cylindres à basse pression peuvent être réchauffés avec de la vapeur vive, au moment de la mise en marche. Un robinet permet également d'introduire de la vapeur dans le réservoir situé entre le cylindre à moyenne pression et le cylindre à basse pression, pour le réchauffage avant la mise en marche.

Bien que le système de graissage adopté eût permis de laisser découverts les organes en mouvement, la partie inférieure de la machine, au-dessous de l'entretoise est entièrement entourée d'une enveloppe étanche en tôle et fonte. On obtient ainsi une protection efficace de toutes les pièces contre la poussière.

L'ensemble de cette machine à vapeur occupe une place relativement restreinte; son encombrement est caractérisé par les dimensions suivantes :

| | |
|---|---|
| Longueur | 6m 100 |
| Largeur | 2m 400 |
| Hauteur | 5m 400 |

Son poids total est de 40 tonnes, dont 15 pour la plaque de fondation.

Afin de faciliter le service de cette machine, on y a installé deux passerelles avec échelles, de telle sorte que l'on accède facilement à la partie supérieure (fig. 1, pl. XXIX).

Le déplacement des pièces mobiles se fait au repos par un vireur à main, installé sur le bâti même de la machine, entre celle-ci et l'excitatrice (fig. 3, pl. XXIX). Cet appareil se débraye seul quand la machine se met en mouvement.

*Distribution.* — Chacune des lignes de cylindres en tandem est desservie par un groupe de deux tiroirs également en tandem. Les tiroirs de distribution sont cylindriques, avec passage de vapeur au centre (fig. 3, pl. XXIX). Ils sont conduits par deux excentriques, calés sur l'arbre des manivelles. Grâce aux lanternes en fonte qui séparent les deux assises superposées des cylindres, les tiges des tiroirs sont visibles entre les cylindres, ce qui facilite leur visite et l'entretien de leurs boîtes à garniture.

Les tiroirs sont en acier moulé, ils sont pourvus de garnitures système Ramsbottom. Les garnitures de leurs tiges sont métalliques, à serrage élastique.

La vapeur vive arrive des chaudières, à la partie supérieure de la machine, à un registre soumis à l'action du régulateur (figure 3, pl. XXIX). Elle passe dans la boîte à tiroir du cylindre à haute pression. Un tuyau en cuivre réunit l'échappement de ce cylindre à la boîte à tiroir du cylindre à moyenne pression; puis, l'échappement de ce dernier se divise en deux et distribue la vapeur dans les boîtes à tiroir des cylindres à basse pression, par les couvercles de ces deux boîtes. Enfin, les échappements des deux cylindres à basse pression sont réunis en un seul, pour conduire la vapeur au condenseur qui est indépendant de la machine.

L'arrivée de la vapeur au cylindre à haute pression est réglée par l'action d'un régulateur à boules, actionné par un engrenage calé sur l'arbre principal (fig. 3, pl. XXIX). Tous les mouvements de cet appareil sont montés sur roulements à billes.

Le régulateur agit sur une lanterne équilibrée placée dans la boîte d'arrivée de la vapeur, qui est elle-même fixée à la partie supérieure de la boîte à tiroir à haute pression. Un système de ressorts permet de régler cet appareil et de faire varier, dans une certaine mesure, la vitesse de la machine.

*Graissage.* — Les dispositifs nouveaux de graissage continu, sous pression, qui ont été adoptés dans cette machine, en constituent une des originalités les plus heureuses. L'emploi des machines à vapeur à grande vitesse pour la commande directe des dynamos, qui offre de si précieux avantages, en particulier au point de vue de la fixité de la lumière électrique produite, n'a donné jusqu'ici que des résultats imparfaits, principalement à cause des frottements considérables aux-

quels leur fonctionnement donne lieu et de l'usure rapide qui en résulte pour toutes les pièces en mouvement.

On a essayé de diminuer ces frottements en faisant barboter les pièces en mouvement dans un bain d'huile et en n'employant que des machines à simple effet. Dans ces machines, on pouvait maintenir invariable le sens des efforts exercés sur les bielles en annulant, par des dispositifs convenables, l'inertie des pièces en mouvement dans la course de retour à vide, d'où suppression des chocs sur les coussinets des arbres et des bielles et, par conséquent, de l'usure que produisent ces chocs. Les résultats obtenus n'ont pas toujours été satisfaisants.

Dans la machine à grande vitesse à double effet de MM. Delaunay-Belleville et Cie, l'usure des parties en contact est supprimée par le fait de la présence dans le jeu de toutes les articulations d'une mince couche d'huile sous pression. La douceur du mouvement que l'on obtient ainsi permet d'atteindre des vitesses aussi élevées qu'avec les machines à simple effet et d'obtenir un rendement mécanique excellent.

La circulation de l'huile sous pression est obtenue au moyen de deux pompes à huile oscillantes, sans clapets, à piston plein, mues par les excentriques des tiroirs de distribution (fig. 3, pl. XXIX). Ces deux pompes, dont le principe est représenté sur les figures 8 à 11, refoulent l'huile sous pression dans des filtres et de là (fig. 3, pl. XXIX) aux paliers, puis aux bielles, patins de glissières et barres d'excentriques, par l'intérieur de l'arbre qui est foré sur une partie de sa longueur. Le sens des flèches marquées sur les figures 8 à 11 suffit à rendre compte du fonctionnement des pompes et de la marche de l'huile refoulée. Le nombre des coups de piston de chaque pompe est de 250 par minute.

*Condenseur.* — Le condenseur est indépendant de la machine à vapeur (fig. 1 et 4 à 7); il est du type à surface. Il se compose d'une caisse à tubes en tôle, avec plaques de tête en laiton laminé. L'eau circule dans l'intérieur des tubes et la vapeur arrive à l'extérieur.

La pompe centrifuge de circulation est actionnée directement par une dynamo, à la vitesse de 900 tours par minute. Le même arbre porte un pignon qui transmet, au moyen d'une roue dentée, le mouvement à la pompe à air, dont la vitesse n'est que de 150 tours par minute. De cette manière, chacune des pompes tourne à la vitesse qui convient le mieux à son genre de travail, ce qui assure à l'appareil le meilleur rendement possible.

Il résulte d'un certain nombre d'expériences faites dans les ateliers de Saint-Denis, par M. Compère, Ingénieur des Arts et Manufactures, sur une machine à triple expansion, du même type, de 300 chevaux, que, pour cette puissance, la consommation de vapeur par cheval indiqué, avec condensation, est de 7kg15 et que le rendement de la machine en travail effectif est supérieur à 92 %.

La machine à vapeur du groupe électrogène de l'Exposition est établie pour fonctionner avec une pression de vapeur de 13kg500. Dans ces conditions, elle peut développer une puissance de 1 750 chevaux à 250 tours par minute.

A l'Exposition, où la pression de la vapeur n'est que de 9 à 10 kilogr., elle ne peut développer que 1 250 chevaux à 250 tours.

**Alternateur triphasé compound.** — *Description générale.* — La machine exposée par la maison Bréguet (fig. 1 à 3), est un alternateur triphasé, système Boucherot, pouvant donner 2 200 volts composés et 220 ampères par fil, avec un facteur de puissance de 0,8, en tournant à la vitesse de 250 tours par minute.

Elle est disposée de manière que sa tension aux bornes se maintienne constante et sensiblement indépendante du débit de l'alternateur en courant watté ou déwatté. Ce résultat est obtenu par la combinaison avec l'alternateur proprement dit, d'une dynamo excitatrice spéciale, appelée « dynamo à enroulements sinusoïdaux », et d'un troisième appareil appelé « transformateur de compoundage ». Cette machine est donc un alternateur compound

L'alternateur possède un inducteur tournant à 24 pôles; son induit fixe est semblable à un induit quelconque d'alternateur triphasé à 24 pôles. L'inducteur a une constitution particulière résultant, d'une part, du compoundage et, d'autre part, de la possibilité que l'on a de faire fonctionner cet alternateur comme génératrice asynchrone, c'est-à-dire comme génératrice dans laquelle le champ magnétique peut avoir une vitesse différente de celle des inducteurs, ces inducteurs étant excités, non plus par du courant continu, mais par des courants polyphasés d'une fréquence déterminée.

A cet effet, l'inducteur, au lieu d'être constitué par des proéminences massives entourées d'un enroulement, est constitué, comme l'induit, par des tôles percées de trous, dans lesquelles passent deux enroulements pouvant recevoir deux courants d'excitation diphasés.

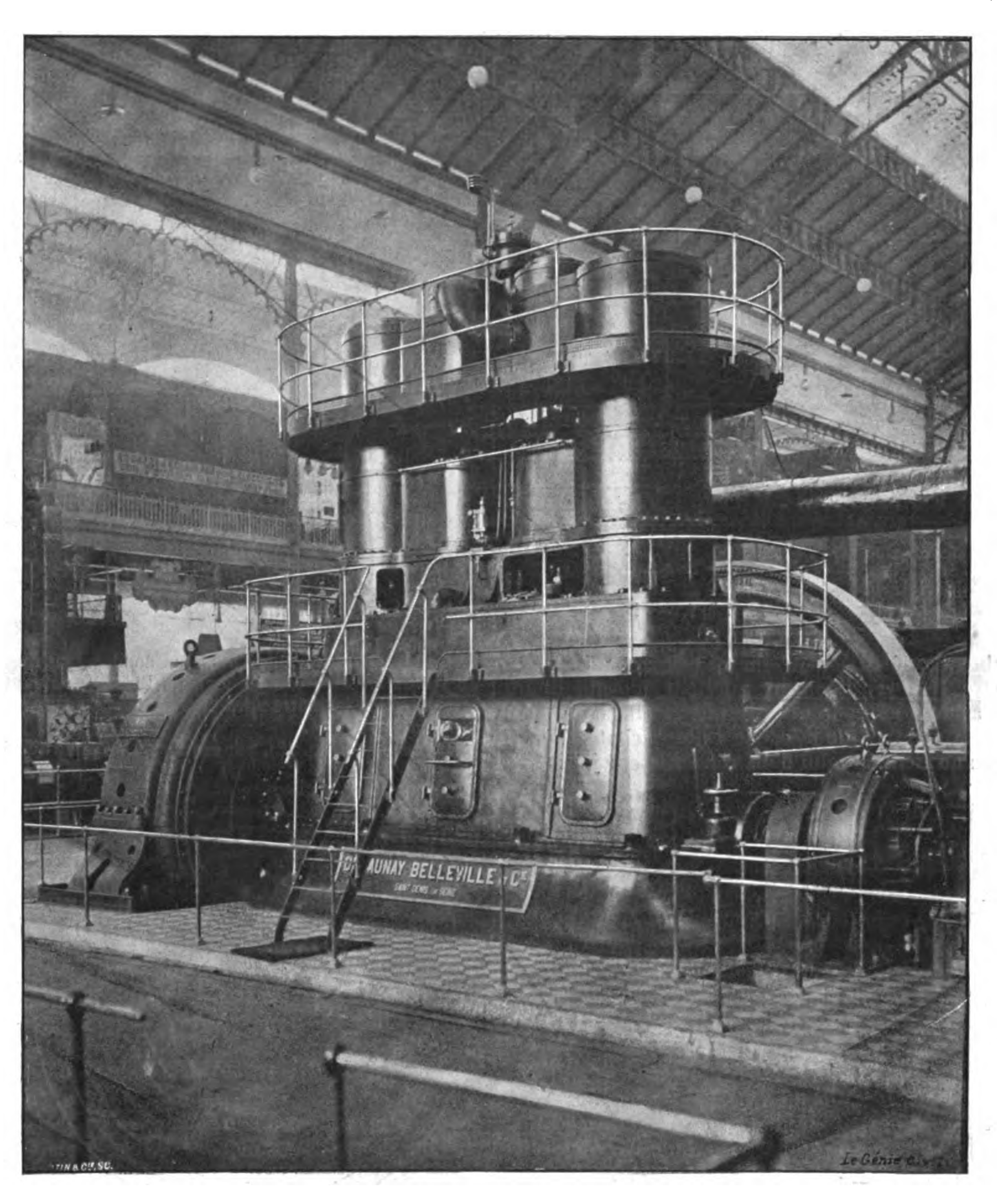



Fig. 3. — Groupe électrogène de 1 000 kilowatts : Vue d'ensemble, prise du côté de l'excitatrice.

Pendant l'Exposition, cet alternateur ne fonctionne que comme machine synchrone, chaque alternateur ayant une ligne spéciale. Dans ce cas de la marche synchrone, on ne se sert que de l'un des deux enroulements.

Quant au transformateur de compoundage, c'est un transformateur triphasé ordinaire dont les dimensions et le coefficient de transformation ont été déterminés par les méthodes usuelles.

La dynamo à enroulements sinusoïdaux qui joue le rôle d'excitatrice est, au contraire, d'une construction toute spéciale.

Sans nous attarder à l'étude purement descriptive de l'alternateur triphasé, précédemment défini, nous nous contenterons d'exposer brièvement les considérations théoriques qui ont guidé M. Boucherot dans le choix de son type de compoundage et de dynamo excitatrice, et d'expliquer le mode de fonctionnement de l'alternateur, comme génératrice asynchrone ou comme génératrice panchrone.

*Dispositif de compoundage.* — Les divers procédés de compoundage

usités jusqu'ici reposaient sur l'utilisation plus ou moins simple du convertisseur, lequel présente deux inconvénients sérieux :

1° Si l'excitatrice est calée directement sur l'axe de l'alternateur, il faut lui mettre autant de pôles qu'à cet alternateur, et comme c'est une machine beaucoup plus petite que l'alternateur, elle est, la plupart du temps, irréalisable, à moins que l'alternateur soit à grande vitesse et que l'excitatrice soit conduite par des engrenages ;

2° Avec le convertisseur ordinaire, la tension continue étant liée invariablement à la tension alternative, si l'on veut exciter des alternateurs de haute tension, il faut, soit employer un transformateur pour abaisser la tension de l'alternateur à une valeur ordinaire acceptable, soit mettre dans la partie tournante de l'excitatrice deux enroulements, à haute et basse tension, pouvant présenter de grands dangers pour le personnel chargé de conduire cette excitatrice.

M. Boucherot a donc cherché à réaliser une excitatrice dans laquelle le nombre de pôles, lorsqu'elle est calée sur l'axe de l'alternateur, peut être très sensiblement inférieur à celui dudit alternateur, et dans laquelle les courants continu et alternatif sont complètement séparés. Le nombre de pôles de cette excitatrice peut être égal à la moitié ou au tiers de celui d'un convertisseur jouant le même rôle; les courants alternatifs venant de l'alternateur circulent dans la partie fixe et peuvent ainsi être à une tension quelconque, tandis que le courant continu, nécessaire à l'excitation de l'alternateur, est produit par la partie mobile. On est ainsi débarrassé des deux inconvénients principaux du convertisseur employé comme excitatrice.

Fig. 4. — Élévation générale.

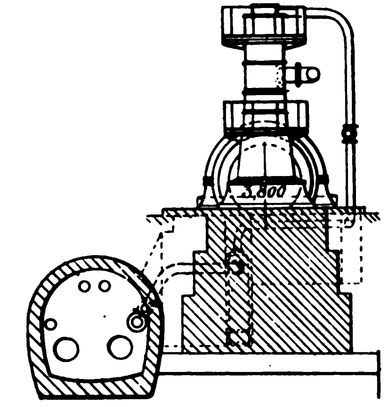



Fig. 6. — Vue de côté; canalisations de vapeur.

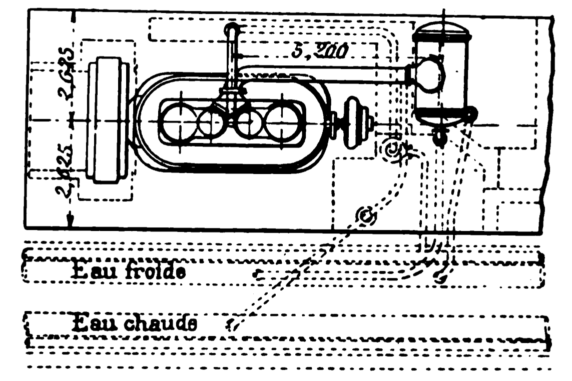



Fig. 5. — Plan.

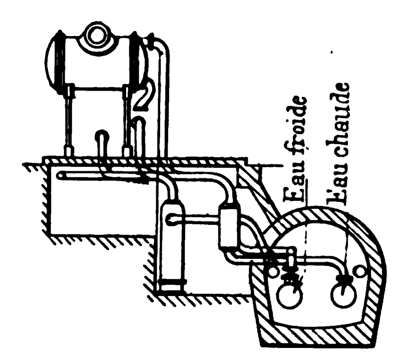



Fig. 7. — Condenseur.

Fig. 4 à 7. — Dispositions d'ensemble du groupe électrogène.

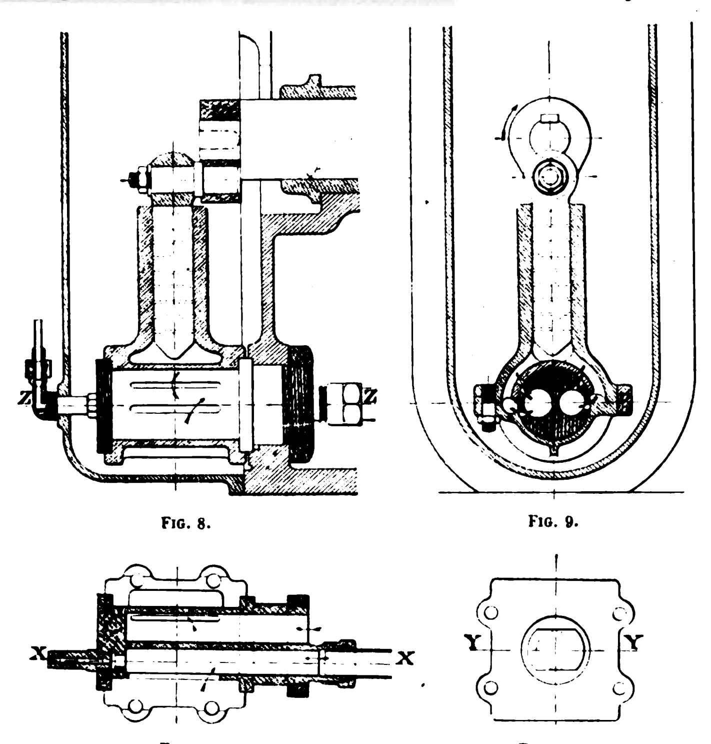



Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Fig. 8 à 11. — Coupes verticales et horizontale d'une pompe à huile.

*Dynamo excitatrice.* — La machine excitatrice est une dynamo à enroulements sinusoïdaux, c'est-à-dire une dynamo jouissant, en quelque sorte, de propriétés inverses de celles d'un alternateur et donnant, à une certaine vitesse, du courant continu lorsqu'elle est excitée avec du courant alternatif.

Cette machine dans laquelle le champ magnétique inducteur est alternatif ou tournant, permet d'obtenir, entre des balais fixes, soit un courant continu si la vitesse de l'induit est reliée à celle du champ par un nombre simple tel que 1, 2, 3, $^1/_2$, $^1/_3$, etc., soit, dans le cas contraire, un ou plusieurs courants alternatifs dont la fréquence est déterminée par une relation simple.

Le fonctionnement caractéristique d'une dynamo à enroulements sinusoïdaux peut être défini de la façon suivante :

Si l'on considère un anneau de fer R (fig. 12) identique à ceux qui servent à enrouler les dynamos à courant continu ordinaires, au lieu de mettre sur cet anneau un enroulement uniforme régulier, on peut y disposer deux enroulements dont les sections, au lieu d'avoir un nombre égal de spires, auront un nombre de spires variable tout le long de l'induit, suivant une loi sinusoïdale, et seront connectées entre elles et avec le collecteur, suivant l'un des schémas des figures 13 et 14.

On a dès lors (fig. 12), par exemple, en B, une section de $n \cos K\varphi$ spires en série, avec une section placée en C et ayant $n \sin K\varphi$ spires.

Supposons que l'on place cet anneau dans un stator de moteur à champ tournant A, produisant un champ magnétique double, tel que celui indiqué en pointillé dans la figure 12, tournant dans le sens de la flèche avec une vitesse $\omega$, et que l'on tourne l'anneau dans le sens de la flèche avec une vitesse $\Omega$ ; le calcul montre que s'il y a entre les vitesses du champ et de l'induit la relation :

$$\omega = -k\Omega,$$

entre deux balais placés sur le collecteur, l'un en A, l'autre en A' et faisant entre eux un angle $\psi$ (fig. 12) déterminé par la relation :

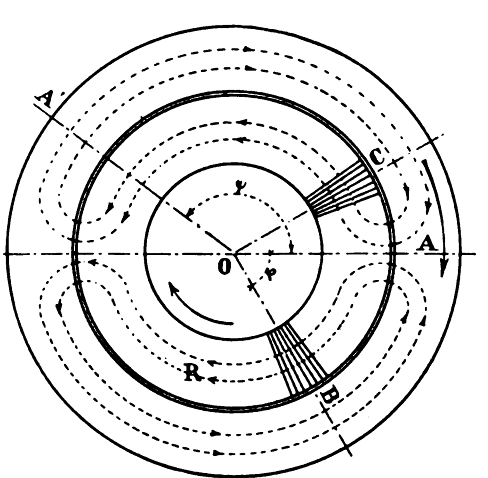



Fig. 12. — Schéma d'une dynamo à enroulements sinusoïdaux.

$$\psi = \frac{\pi}{k+1},$$

on recueille un courant continu ayant comme force électromotrice :

$$E = 2ne\Omega,$$

($e$, constante dépendant du flux).

Le champ magnétique tournant à la vitesse $\omega$ est obtenu très aisément à l'aide de deux courants diphasés passant dans deux enroulements fixés sur la partie A (ou de trois courants triphasés passant dans trois enroulements).

L'excitatrice à enroulements sinusoïdaux se compose donc en principe, d'un inducteur identique à celui d'un moteur à champ tournant, et d'un induit ayant par son collecteur l'aspect d'un induit de machine à courant continu, mais différent de celui-ci par le fait que cet induit comporte deux (ou trois) enroulements sinusoïdaux au lieu d'un enroulement uniforme.

Les figures 15 et 16 donnent une idée générale d'une telle machine.

Dans les formules ci-dessus, on peut donner à K toutes sortes de valeurs : 1, 2, 3..., —2, —3..., etc., même des valeurs fractionnaires telles que $^1/_2$, $^{10}/_8$, $^{22}/_{20}$, dans les machines multipolaires ; mais toutes ces valeurs ne sont pas également intéressantes. Parmi elles, les valeurs K = 1 et K = — 2 présentent un intérêt particulier.

La valeur K = 1 permet de faire l'excitation avec un courant alternatif simple. En effet, un champ alternatif simple peut être considéré comme la superposition de deux champs tournants, l'un de vitesse ω, l'autre de vitesse — ω, e premier ayant la même vitesse que l'induit, n'y induit aucun courant ; le système fonctionne donc comme s'il n'y avait qu'un champ tournant de vitesse — ω. La figure 13 est le schéma d'un induit de cette manière pour une machine à deux pôles.

La valeur K = — 2 est intéressante en ce sens que l'excitatrice peut avoir moitié moins de pôles que son alternateur tout en n'ayant que deux balais par paire de pôles. La figure 14 est le schéma d'un induit enroulé de cette manière.

C'est cette solution K = — 2 qui est appliquée dans l'excitatrice de l'alternateur qui figure à l'Exposition. L'induit de cette excitatrice est directement calé sur l'axe de l'alternateur et de la machine à vapeur ; il tourne donc à la vitesse de 250 tours par minute. L'inducteur ayant 12 pôles et étant parcouru par des courants à la fréquence 50 produit un champ tournant à la vitesse de 500 tours par minute. Le rapport K est donc :

$$\frac{500}{250} = -2 ;$$

c'est-à-dire que lorsque l'inducteur est excité par des courants triphasés de fréquence 50 exactement, venant de l'induit de l'alternateur, et lorsque l'induit tourne à 250 tours par minute exactement, on recueille sur le collecteur un courant continu pouvant servir à l'excitation de l'alternateur.

Pour que la tension de l'alternateur soit indépendante des courants débités et de leur phase, il suffit que le courant continu d'excitation varie suivant une certaine loi dans laquelle figurent les courants débités et leur phase :

Si $I_1$ est la valeur du courant débité par un enroulement et φ sa phase et s'il y a symétrie pour les trois courants de l'induit, le courant continu d'excitation doit être de la forme :

$$\sqrt{(A + BI_1 \sin \varphi)^2 + (BI_1 \cos \varphi)^2}$$

dans laquelle A et B sont des constantes dépendantes des éléments de construction de l'alternateur.

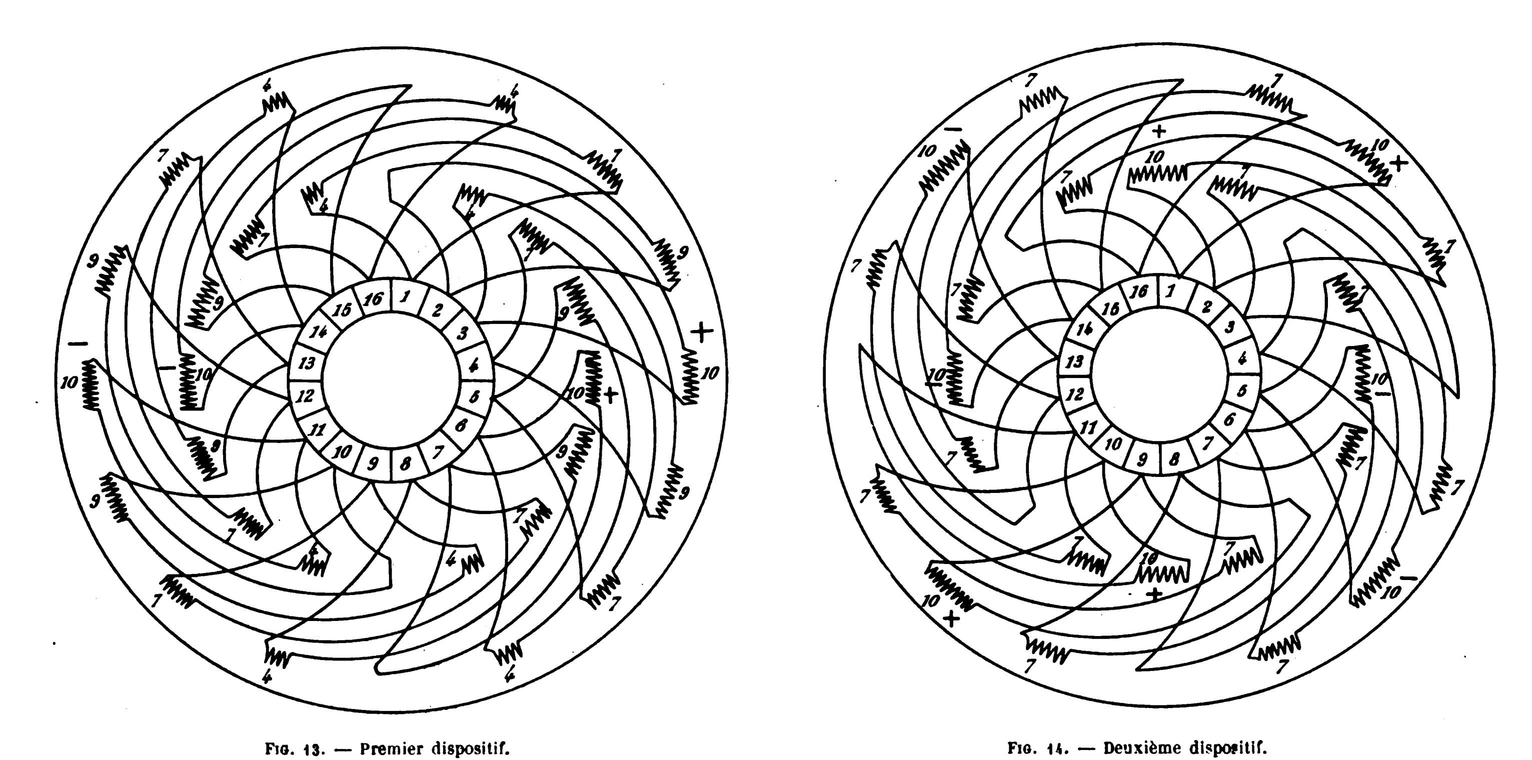


Fig. 13. — Premier dispositif. Fig. 14. — Deuxième dispositif.

Fig. 13 et 14. — Modes de connexion des deux enroulements sinusoïdaux de l'induit.

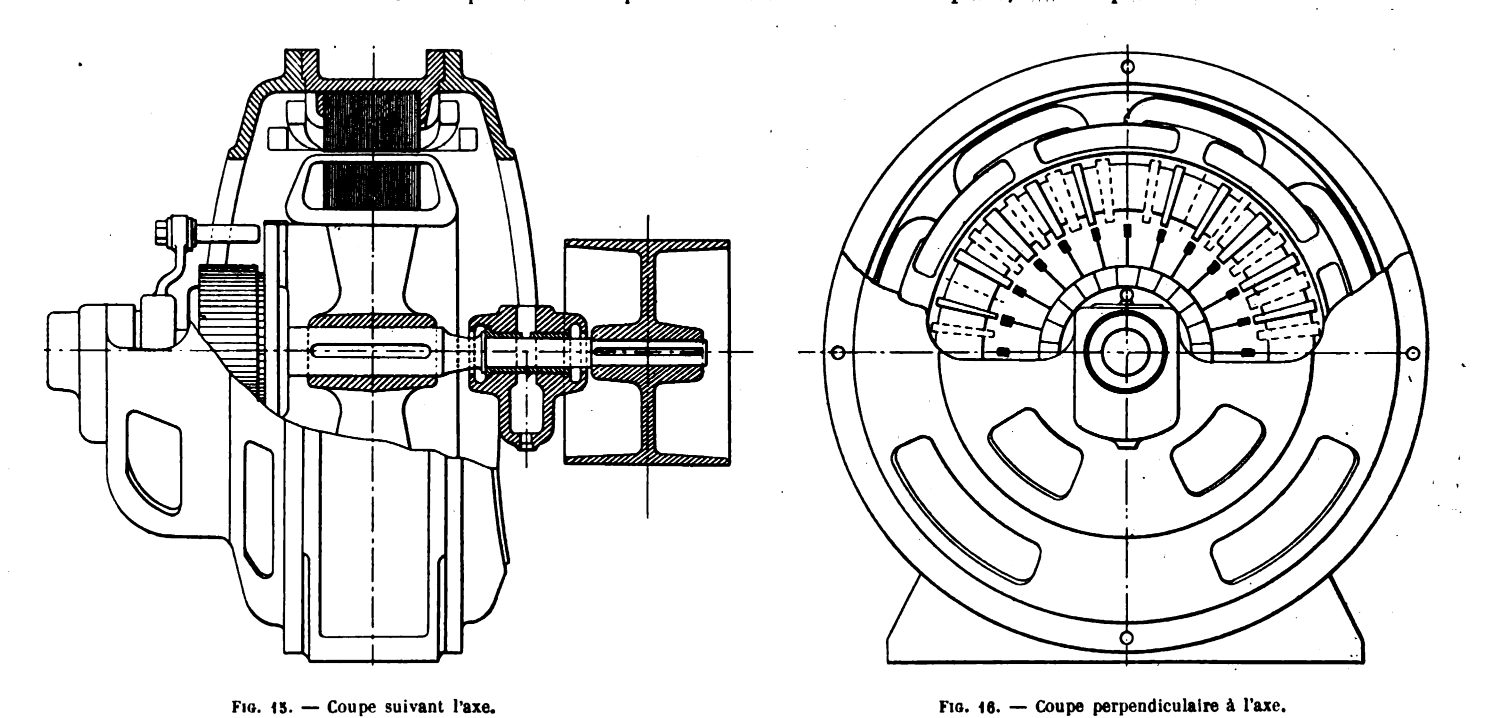


Fig. 15. — Coupe suivant l'axe. Fig. 16. — Coupe perpendiculaire à l'axe.

Fig. 15 et 16. — Demi-coupes transversale et longitudinale d'une dynamo à enroulements sinusoïdaux.

Il faut donc obtenir que, d'une façon en quelque sorte automatique, le courant d'excitation ait toujours cette valeur, et varie quand $I_1$ et $\varphi$ varient.

Mais, puisque la force électromotrice continue que l'on recueille entre les balais de l'excitatrice est proportionnelle au flux inducteur de cette excitatrice, et que la différence de potentiel aux bornes de chaque enroulement de cet inducteur est aussi proportionnelle à ce flux inducteur, on peut en conclure que la force électromotrice continue, recueillie entre les balais, est exactement proportionnelle à la différence de potentiel aux bornes d'un des enroulements inducteurs. Il suffit donc, puisque la résistance de l'inducteur de l'alternateur est constante que la différence de potentiel aux bornes de l'un des enroulements inducteurs de l'excitatrice conserve toujours, à une constante près, une valeur égale à celle du radical ci-dessus. C'est ce que l'on obtient par la combinaison du transformateur de compoundage avec l'alternateur et l'excitatrice, en réalisant le montage représenté

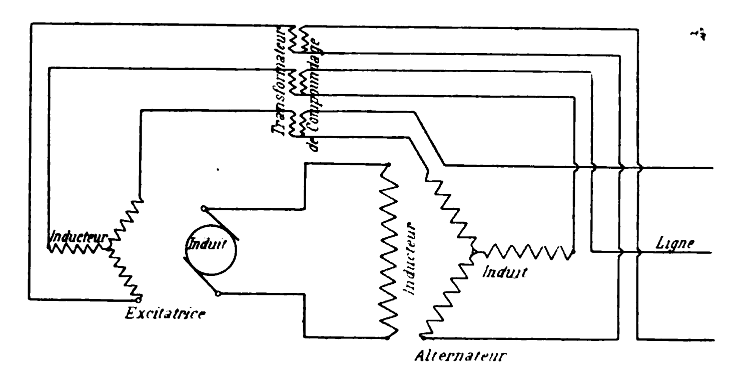



Fig. 17. — Schéma de la combinaison de l'alternateur, de l'excitatrice et du transformateur de compoundage.

par la figure 17, c'est-à-dire en intercalant entre l'induit de l'alternateur et l'inducteur de l'excitatrice le secondaire du transformateur de compoundage dont le primaire est branché en circuit dans le courant principal débité par l'alternateur.

*Fonctionnement asynchrone et panchrone de l'alternateur.* — Nous avons précédemment noté le mode de construction particulier de l'inducteur de l'alternateur, celui-ci devant pouvoir fonctionner comme génératrice asynchrone. Les relations suivantes montrent que, dans ce cas, les deux courants diphasés d'excitation sont encore fournis par la dynamo à enroulements sinusoïdaux, si le rapport entre la vitesse du champ et celle de l'induit n'est plus égal à un nombre simple :

Si la vitesse du champ est :

$$\omega = -K\Omega + \varepsilon_1,$$

la force électromotrice entre les balais devient :

$$E = 2ne\left[\Omega - \frac{\varepsilon}{K+1}\right]\cos.\varepsilon t.$$

Et si l'on place sur le collecteur d'autres balais situés exactement au milieu des intervalles séparant les premiers, la force électromotrice entre ces balais est :

$$E' = 2ne\left[\Omega - \frac{\varepsilon}{K+1}\right]\sin.\varepsilon t.$$

On obtient ainsi les deux courants diphasés nécessaires à l'excitation de l'alternateur, car leur fréquence a justement, avec la vitesse de l'inducteur de l'alternateur et la fréquence des courants de son induit, la relation fixée par M. Tesia.

La même machine pourrait, d'ailleurs, fonctionner encore suivant une autre disposition que M. Boucherot dénomme « panchrone ».

Dans cette disposition, la machine n'est plus une machine d'induction, en ce sens que l'on commence par annuler toutes les forces électromotrices d'induction développées dans l'inducteur par le champ magnétique commun à l'inducteur et à l'induit.

Il en résulte, au point de vue du fonctionnement, que les courants débités par la machine ne sont plus fonction du glissement et que la puissance débitée est sensiblement indépendante de la vitesse, d'où le nom de « panchrone ». La machine fonctionne alors comme si elle était seule et les variations de vitesse, venant soit d'une variation dans la marche du régulateur de la machine à vapeur, ou dans la pression des chaudières, soit de l'irrégularité dans un trou due aux coups de piston, n'ont pas d'influence sur les courants fournis par l'appareil au réseau, alors que dans une machine asynchrone, ces perturbations peuvent faire varier les courants débités dans des proportions considérables. La charge d'une forte machine asynchrone pouvant, en effet, passer de zéro au maximum pour un glissement de moins de 1 %, on comprend quelle influence peuvent avoir, sur la puissance débitée, les coups de piston de la machine à vapeur, si celle-ci n'a que le coefficient de régularité d'une machine monocylindrique à volant ordinaire : 100, par exemple.

L'introduction dans les circuits inducteurs de forces électromotrices annulant celles induites par le champ dans ces inducteurs (machine panchrone) a pour effet de supprimer ces inconvénients, presque aussi graves que ceux des machines synchrones.

On peut arriver à ce résultat par l'introduction dans les circuits inducteurs de l'excitatrice, soit de bobines de self induction à self induction variable avec le glissement par une disposition mécanique, soit de forces électromotrices, obtenues à l'aide d'une petite machine auxiliaire, et proportionnelles au glissement, soit de condensateurs de capacité convenable.

Ch. Dantin.

---

## L'AGRICULTURE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

*(Suite[1].)*

II. — **Produits agricoles.** — Les classes 39, 40, 41, 42, consacrées aux produits agricoles alimentaires ou non alimentaires, comprennent, tant pour la France que pour l'étranger, de très remarquables expositions. En raison du caractère trop spécial de cette partie du groupe VII, nous nous bornerons à énumérer, pour chaque pays, les produits les plus caractéristiques par la beauté des échantillons exposés et par l'importance des transactions qui s'opèrent à leur sujet.

*Allemagne.* — Superbes collections d'orge de Bavière, de Wurtemberg, de Hesse, d'Alsace-Lorraine, de houblons de Bavière, de seigles et pommes de terre pour distillerie, et de betteraves sucrières adoptées d'ailleurs à peu près partout aujourd'hui. Les semences sélectionnées, dont la production joue un rôle considérable dans l'agriculture, ont donné lieu à de nombreuses expositions, parmi lesquelles il convient de citer celle du docteur Rimpau, de Schlanstedt, en Saxe (céréales), ainsi que les expositions collectives des syndicats pour la vente des céréales, avec leurs orges du Palatinat, leurs avoines du Fichtelgebirg, leurs seigles de Saxe, etc.

*Hongrie.* — Cette nation s'est particulièrement distinguée dans le groupe VII par sa remarquable exposition agricole. Beaucoup de céréales de tous genres, belles et soignées ; intéressante exposition relative à l'élevage du bétail, chevaux (anglais, arabes, Nonius, Gidvan, Lippicza), bœufs (hongrois, Simmenthal, Bernois, Pinzgau, Allgau, etc.) ; moutons à laine (mérinos et métis-mérinos, races laitières Raczka et Czigaya). Élégante salle réservée à la viticulture et aux vins de Tokay, de Menes, etc.

*Roumanie.* — Ce pays expose principalement des céréales et des farines.

*Autriche.* — Exposition très complète des orges et houblons de Bohême, de Moravie et de Silésie, avec les procédés de culture et de conservation employés dans ces régions. A remarquer, concernant la viticulture, des tableaux de cépages, des vues de domaines, des procédés de taille et de conduite des vignes, et, dans la section d'horticulture, une importante exposition fruitière.

*Belgique.* — Intéressantes expositions relatives à l'élevage dans les régions poldériennes, à la culture du tabac et de la betterave dans les régions limoneuses, à la culture du lupin considéré comme plante améliorante pour les terrains sableux de la Campine.

*Russie.* — L'exposition agricole russe du Palais des Machines renferme beaucoup de céréales, d'autant plus intéressantes à examiner qu'elles ont été non pas triées en vue de l'Exposition, mais envoyées telles qu'on les a récoltées ; nombreux et beaux échantillons de lin et de chanvre ; à signaler une plante peu répandue dans nos cultures, le *tournesol*, qu'on cultive en Russie soit comme comestible, soit pour en extraire de l'huile. A l'Esplanade des Invalides, dans des pavillons spéciaux, la Russie expose également des collections de céréales, groupées par régions de production, ainsi que des farines de Sibérie, de Pologne, du centre de la Russie, de la Volga, du rayon d'Odessa, etc. Au Pavillon de l'Asie russe, on remarque des céréales, des riz, des laines et surtout des cotons d'une belle venue.

*Angleterre et ses colonies.* — L'Angleterre se signale principalement à l'attention par la collection de types de céréales qu'expose la Société royale d'Agriculture et par des tableaux résumant les belles recherches de Lawes et Gilbert à Rothamsted. Parmi ses colonies, celles dont les expositions sont les plus remarquables sont, sans contredit : le *Canada*, avec de superbes céréales, du sucre d'érable, récolté presque de la même façon que la résine dans les landes de Gascogne, des fruits, fromages et beurres qui sont expédiés et conservés frais dans des appareils frigorifiques et qui constituent pour ce pays une source de revenus très importants ; l'*Australie*, avec des céréales, de nombreux échan-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 18, p. 324.

tillons de laine, et d'énormes billes de bois de Karri et de Jarrah *(Eucalyptus marginata)* recherchés, tant pour l'ébénisterie que pour le pavage des rues ; l'île de *Ceylan*, avec ses beaux échantillons de thés, si savamment cultivés et dont la vente est si rémunératrice, grâce à l'admirable organisation commerciale de l' « Association des Planteurs de Ceylan ».

*Bosnie-Herzégovine et Serbie.* — Leurs intéressantes expositions témoignent des progrès considérables réalisés depuis un petit nombre d'années, grâce aux efforts constants des gouvernements et des particuliers pour introduire dans ces pays les méthodes de culture des nations plus avancées.

*Mexique.* — Belle exposition agricole, comprenant notamment des blés, des tabacs, cacaos, caoutchoucs, vanilles, cafés ; textiles, coton, lin, jute, ramie, agaves (surtout l'*Agave Zacci* ou hennequen) ; collections remarquables relatives à l'horticulture et l'apiculture.

*Japon.* — Nation très en progrès, en agriculture comme en industrie ; les admirables échantillons de riz, de thé, de mûrier, de chanvre, de fruits, de bois divers, de soie, etc., montrent de quel succès ont été couronnés les efforts de ce pays pour développer l'instruction agricole et perfectionner les procédés de culture.

*Italie.* — Nombreux spécimens de maïs, de blé, de riz des différentes régions du royaume ; superbes échantillons de chanvre. A citer aussi, comme d'un réel mérite, l'exposition des soies grèges et celle des laiteries coopératives.

*Suisse, Hollande.* — Dans les expositions agricoles de ces deux pays, on trouve surtout les produits manufacturés des principales maisons industrielles : cacaos, chocolats, liqueurs, fruits confits, etc. ; à citer cependant les fromages et les vins du canton de Vaud, ainsi que les lins de Hollande.

*Espagne et Portugal.* — Exposent presque uniquement des échantillons de vins.

*Suède et Norwège.* — A côté des conserves de viandes et de poissons, on peut remarquer une intéressante exposition de blés, de plantes fourragères et de produits des forêts.

*Section française.* — La section française de produits agricoles est, à bien des points de vue, du plus haut intérêt, et l'on peut y voir de très beaux échantillons de céréales, légumineuses, tubercules et racines, plantes saccharifères ou oléagineuses et leurs produits, fourrages, textiles indigènes ou coloniaux, plantes tinctoriales, tabacs, etc. ; les expositions de graines sélectionnées sont, pour la plupart, remarquables ; à signaler aussi la grande abondance de produits agricoles d'origine animale, laines, crins, soies, graisses et huiles animales, laits, beurres, fromages, etc. Au rez-de-chaussée du Palais des Machines, l'immense et admirable exposition des vins français du Bordelais, de la Bourgogne, du Midi, du Saumurois, de la Champagne, etc., mérite à juste titre, tous les suffrages.

III. — **Enseignement agricole.** — L'Exposition du Ministère de l'Agriculture français, dans la classe 5 du groupe de l'Enseignement, présente pour le visiteur attentif cet intérêt particulier de montrer d'une façon très nette l'organisation de l'enseignement agricole dans notre pays, organisation au sujet de laquelle le grand public n'a que des connaissances assez vagues. Cet enseignement est donné à quatre degrés, dans les établissements de l'État ou des établissements privés subventionnés par lui. En première ligne vient l'*Institut national agronomique*, ou école supérieure, dont l'enseignement correspond à celui des universités ou mieux des grandes écoles techniques ; puis les *Écoles nationales d'Agriculture* (Grignon, Montpellier, Rennes) où les études, toujours essentiellement théoriques, sont d'un niveau moyen, comme dans les établissements secondaires de l'Instruction publique (lycées et collèges). L'Institut agronomique et les Écoles nationales sont chargés de former des agronomes et des agriculteurs instruits, en possession de connaissances suffisantes pour exploiter le sol avec les plus grandes chances de réussite. Leur enseignement est général, et s'applique à toutes les cultures ou industries agricoles de notre territoire, y compris les colonies.

Les établissements du troisième et du quatrième degré ont un objectif beaucoup plus restreint : former des chefs de culture et des ouvriers agricoles aptes à exercer leur profession dans une région déterminée ; l'instruction préalable qu'on exige des élèves ne permet pas de leur donner des connaissances très générales ; en un mot, ils ne peuvent apprendre à bien cultiver que dans des conditions spéciales de climat et de sol. C'est pourquoi les *écoles pratiques* et les *fermes-écoles* sont établies, non pas en tenant compte des divisions administratives du territoire, mais, autant que possible, par régions naturelles. Le niveau des études, dans les écoles pratiques, correspond à celui des écoles primaires supérieures, et dans les fermes-écoles à celui des écoles primaires. L'organisation des fermes-écoles est assez particulière : ce sont des exploitations agricoles ordinaires, gérées par un propriétaire intelligent, *à ses risques et périls ;* les élèves qu'il reçoit lui fournissent la main-d'œuvre, l'État lui alloue en outre 0 fr. 75 par jour et par tête pour la nourriture. Les fermes-écoles sont très peu nombreuses et tendent d'ailleurs à disparaître.

A côté de cet enseignement *général* de l'agriculture, existe un enseignement *spécial*, donné à l'*École nationale des Industries agricoles* de Douai (sucrerie, distillerie, féculerie, etc.), à l'*École nationale des Industries laitières* de Mamirolle (Doubs) et à l'*École nationale d'Horticulture* de Versailles, qui correspondent aux écoles nationales ; au niveau des écoles pratiques se trouvent les écoles de laiterie de Coëtlogon (Ille-et-Vilaine) et de Kerliver (Finistère), réservées aux jeunes filles ; enfin au niveau des fermes-écoles, les écoles *mixtes d'Aviculture*, recevant alternativement les filles et les garçons, puis les *fromageries-écoles* et *fruitières-écoles*. ces dernières étant consacrées spécialement à la fabrication du fromage de gruyère.

L'enseignement vétérinaire est donné dans trois écoles nationales spéciales, intermédiaires entre l'Institut agronomique et les écoles nationales, et situées à Alfort, près Paris, à Lyon et à Toulouse.

A côté de l'enseignement régulier et sédentaire des écoles, est institué l'enseignement *nomade*, confié à des professeurs dits *spéciaux*, obligatoirement sortis de l'Institut agronomique ou des écoles nationales et nommés au concours ; ces professeurs sont chargés de faire, dans l'étendue d'un arrondissement, ou quelquefois d'un canton seulement, un nombre déterminé de conférences *aux agriculteurs*, sur des sujets d'agronomie pratique. Dans chaque département, les professeurs spéciaux sont réunis sous l'autorité d'un professeur dit *départemental* également nommé au concours et chargé de conférences.

Enfin le Ministère de l'Agriculture encourage les établissements privés d'enseignement agricole et développe de plus en plus, d'accord avec l'Instruction publique, l'enseignement de l'agriculture dans les écoles primaires.

La nécessité d'un enseignement spécial de l'agriculture a été reconnue non seulement en France, mais à l'étranger ; les pays voisins font même beaucoup plus de sacrifices que nous pour favoriser les études agricoles ; on peut aisément constater, en effet, que les établissements d'enseignement agricole sont relativement beaucoup plus nombreux et plus largement subventionnés dans les pays voisins que dans le nôtre.

En Allemagne, par exemple, voici quelle est l'organisation de l'enseignement de l'agriculture :

A. Enseignement supérieur. — 1° *Chaires d'agriculture avec instituts agronomiques* dans les universités de Breslau, Giessen, Göttingue, Halle, Kiel, Königsberg en Prusse, Leipzig, Rostock ;

2° *Établissements indépendants en rapport avec les universités :* Université d'Iéna, École d'agriculture de Poppelsdorf près Bonn, École supérieure d'agriculture de Berlin ;

3° *Sections agricoles de l'École technique supérieure de Munich ;*

4° *Établissements d'instruction supérieure agricole indépendants*, sans rapports avec l'enseignement général : École d'agriculture de Hohenheim (Wurtemberg) ; École d'agriculture et de brasserie de Weihenstephan (Bavière).

B. Enseignement moyen ou secondaire. — Il est professé dans les « *Écoles d'Agriculture* », organisées à six classes, et a pour but de donner aux fils d'agriculteurs aisés qui veulent servir dans l'armée comme volontaires d'un an, non seulement une instruction générale suffisante, mais aussi une excellente instruction professionnelle. Il existe 22 de ces écoles en Allemagne, dont 16 en Prusse et 6 autres réparties en Saxe, Hesse, Oldenbourg, Brunswick, Haute-Alsace et principauté de Reuss.

C. Enseignement primaire. — Les écoles qui en sont chargées reçoivent les jeunes gens munis du certificat d'études (Absolvirung) des écoles communales (Volksschule). Les unes comportent l'enseignement théorique et pratique, les autres un enseignement exclusivement théorique et, dans ce dernier cas, fonctionnent soit l'hiver et l'été, soit l'hiver seulement. On compte, en Allemagne, 46 écoles pratiques, dont 26 en Prusse, et 195 écoles d'hiver, dont 118 en Prusse.

Il existe en outre un grand nombre d'écoles professionnelles spéciales ; dans le seul royaume de Prusse, on trouve : 7 écoles de culture des prairies, 104 écoles d'horticulture et arboriculture, 17 écoles de laiterie, 42 écoles ménagères rurales, 48 écoles de maréchalerie, 4 écoles d'apiculture, 23 écoles de pédagogie, tenue de livres, élevage du bétail, distillerie et brasserie et 1 079 écoles d'adultes des campagnes. Ces écoles reçoivent en totalité 20 000 élèves environ.

La Hongrie, qui n'a véritablement organisé l'enseignement agricole qu'à partir de 1867, possède déjà : un établissement supérieur, qui est l'Académie de Magyar-Ovar, quatre instituts de degré moyen, fournissant néanmoins une instruction supérieure, à Debreczen, Kolozs-Monostor, Kassa et Keszthely, et 21 écoles pratiques, appartenant à l'État ou subventionnées par lui. En outre 12 écoles normales primaires sont affectées à l'enseignement agricole ; et, de plus, 4 professeurs d'agronomie et 7 instituteurs ambulants régionaux sont chargés de l'enseignement relatif à certaines branches spéciales de l'agri-

culture, comme le greffage des vignes, l'apiculture, la sériciculture, etc.

L'enseignement agricole se développe également avec une incroyable rapidité chez les nations qui ont compris que l'agriculture étant l'industrie primordiale d'un pays, on ne peut plus songer à se contenter des méthodes souvent peu rationnelles qui suffisaient autrefois. Ainsi, au Mexique, existent déjà un institut agronomique et plusieurs écoles du deuxième et du troisième degré.

Le Japon vient de fonder des établissements d'enseignement agricole hors de pair avec ceux qui existent en Europe. Tel est, par exemple, l'Institut agronomique de Sapporo, pourvu non seulement des mêmes chaires que les écoles similaires d'Europe, mais en outre de cours de *politique agraire*, de *colonisation*, d'*histoire de l'agriculture*, qui n'existent nulle part ailleurs, et qui prouvent à quel point les Japonais sentent la nécessité de développer l'enseignement supérieur de l'agriculture; comme annexes cet institut possède en toute propriété plus de 6 000 hectares de terres, dont 250 environ réservés aux recherches, des laboratoires, musées, etc. Telle est encore la Faculté agronomique de Tokio complétée par une ferme, une pépinière, un jardin botanique, une ferme à bétail, un hôpital vétérinaire, et qui possède en outre une forêt de 24 000 hectares.

L'organisation spéciale que se sont donnée les pays étrangers, et les merveilleux résultats qu'ils obtiennent du développement de l'instruction agricole nous paraissent constituer le meilleur argument à opposer aux personnes, malheureusement encore trop nombreuses, même dans les classes instruites, qui considèrent notre enseignement agricole comme beaucoup trop élevé, et croient qu'il doit suffire à l'agriculteur d'être sobre et travailleur pour exploiter convenablement son sol.

G. Coupan,
*Répétiteur-Préparateur*
*à l'Institut national Agronomique.*

*(A suivre.)*

## PARTICIPATION DES PUISSANCES ÉTRANGÈRES

### SUÈDE

**Pavillon de la rue des Nations.** — Le Pavillon suédois (fig. 1 et 2) édifié sur le quai d'Orsay, entre les pavillons de la Grèce et de la principauté de Monaco, est une construction très originale due à M. F. Boberg, un des plus distingués architectes de la Suède. Cet artiste n'a pas voulu s'inspirer des réminiscences du passé et imiter quelque type des monuments existants, comme l'ont fait beaucoup de ses confrères de la rue des Nations; il a cherché autant que possible à rendre quelques traits caractéristiques des constructions de son pays.

Construit tout en bois, comme celui de la Norwège, couvert et revêtu avec des bardeaux arrondis, ce chalet se compose d'un bâtiment principal, surmonté d'une tourelle à plusieurs plates-formes, variant les unes des autres par leurs différents aspects, qui sont des plus pittoresques. Cette tourelle est reliée par deux passerelles à deux autres petites tourelles latérales, comportant chacune une horloge, et dont les dômes sont surmontés de flèches, où flotte le pavillon national suédois. Un grand dôme central, attenant au bâtiment principal et flanqué de deux ailes latérales, est relié par une passerelle à la grande tourelle, et sert d'appui à un autre corps de bâtiment, donnant sur la rue des Nations. La galerie ouverte par laquelle on pénètre dans le Pavillon, a son plafond soutenu par deux grosses colonnes, et la partie correspondante à cette galerie, à l'étage, forme un salon meublé en rotin où les visiteurs peuvent se reposer.



Fig. 1. — Pavillon de la Suède, rue des Nations.

Dans le Pavillon sont exposés différents objets caractérisant les mœurs, les coutumes et la vie intime du peuple suédois: des tapisseries, des meubles, des broderies, des livres et des objets divers de sport. Citons aussi deux dioramas représentant: l'un, une nuit de Stockholm; le second, les montagnes du haut nord, dites de Kürunavaara, où se rencontrent les plus riches mines de fer du pays.

**Expositions dans les différents groupes.** — La Suède est représentée dans tous les groupes de la classification de l'Exposition.

Dans le Groupe III, on remarque des cartes géographiques, un plan indiquant l'extension des forêts, des instruments divers pour les mines et la géodésie.

Une machine à vapeur rotative, des modèles de turbine, un lubrificateur automatique et d'autres pièces diverses de machinerie, sont exposés au Groupe IV. Citons dans la classe 20 de ce groupe, une turbine à succion quadruple qui, pour une chute de 10 mètres, développe une force effective de 300 chevaux, avec une vitesse de 250 tours à la minute.

L'exposition des machines-outils de la maison Bolinder, de Stockholm, est très variée; on y remarque, notamment, des lampes à braser de Max Siévert donnant une température de 2000° C, des machines à raboter le bois, à fraiser et à polir. Les horloges électriques d'Anderson, de Stockholm, sont aussi à citer, ainsi que les fours électriques de G. de Laval.

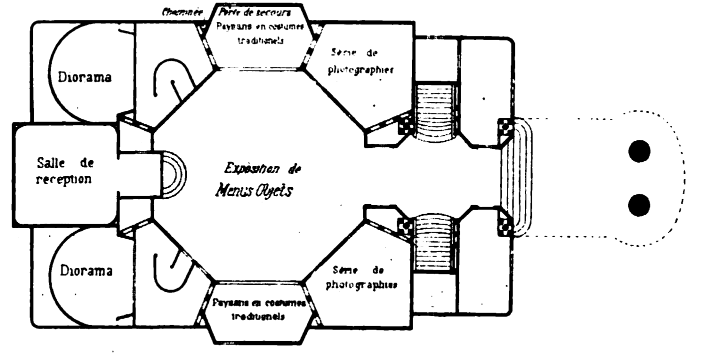



Fig. 2. — Plan du pavillon de la Suède.

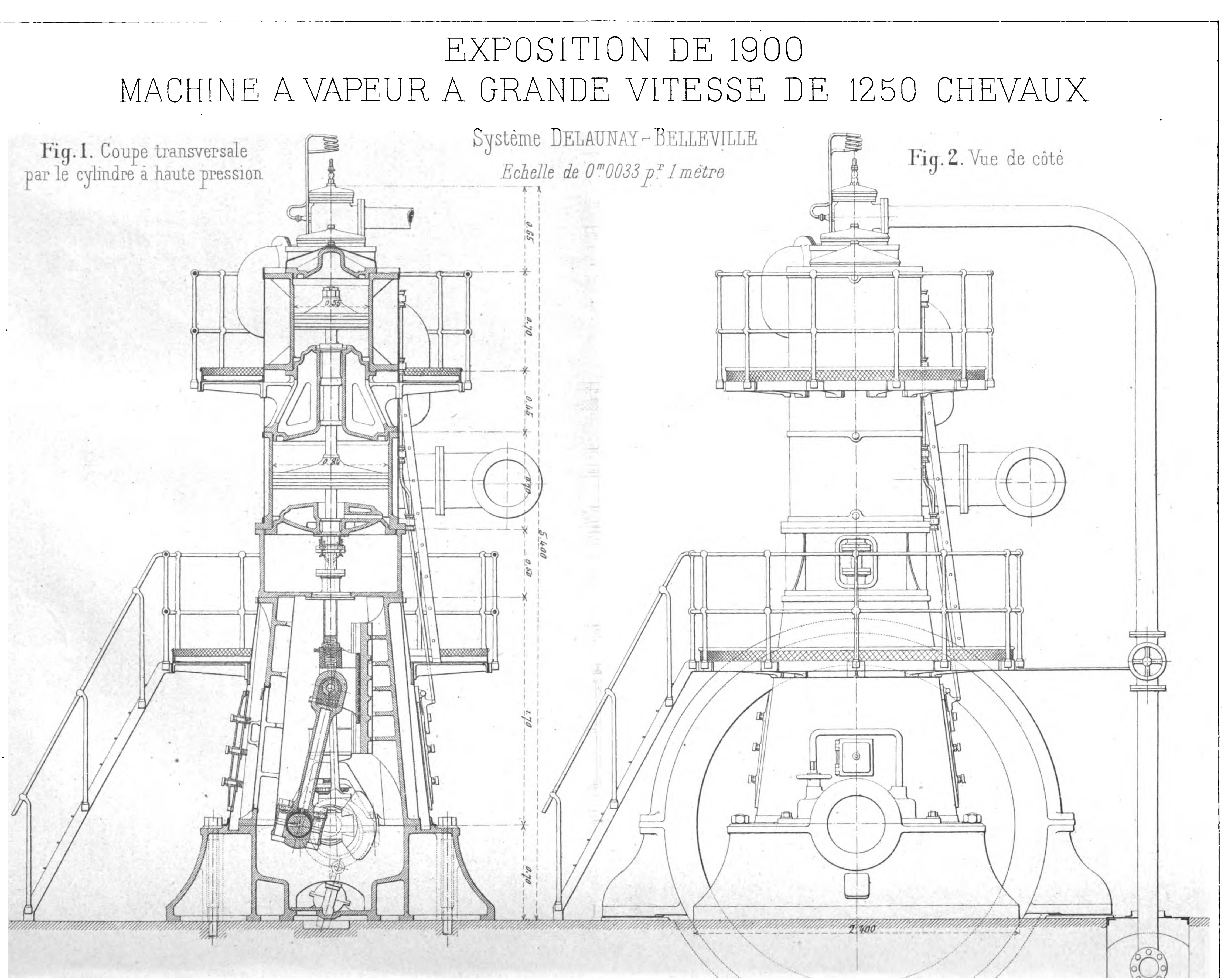
Dans le Groupe VI se trouvent exposés des vélocipèdes de différents modèles, des canons à signaux et des appareils de sauvetage de toute sorte.

L'administration royale des domaines et de nombreux exposants, dans une organisation collective, ont présenté des cartes, des échantillons de bois, des modèles de scieries, des machines, ainsi que de nombreux documents fournissant les détails les plus complets sur cette grande industrie de la Suède; des tableaux très suggestifs donnent le nombre de ces établissements, celui des ouvriers, et résument les chiffres de la production annuelle; en 1897, ils s'élevaient à 191 362 090 couronnes [1]. Les bois bruts et travaillés exportés pendant cette même année ont produit la somme de 181 867 000 couronnes.

Au centre de cette exposition forestière, est simulé un spécimen de forêt de pins; autour des arbres, le sol est recouvert de lichens et de mousses clairsemés.

L'exposition minière et métallurgique de la Suède mérite une mention spéciale: des plans en relief, des cartes, des échantillons de minerais et des documents nombreux, font connaître la richesse des mines, les moyens d'extraction et de préparation. La production des minerais de fer augmentera encore de beaucoup lorsque sera terminé le chemin de fer en construction, devant relier les deux montagnes de Luossavaara et Kürunavaara, la seconde appelée Montagne métallique.

(1) La couronne de Suède vaut 1 fr. 389.


EXPOSITION DE 1900
MACHINE A VAPEUR A GRANDE VITESSE DE 1250 CHEVAUX
Système DELAUNAY-BELLEVILLE
Echelle de 0m0033 p.r 1 mètre
Fig. 1. Coupe transversale par le cylindre à haute pression
Fig. 2. Vue de côté
5.400
0.65
0.70
0.45
0.70
0.50
1.70
0.70
2.400

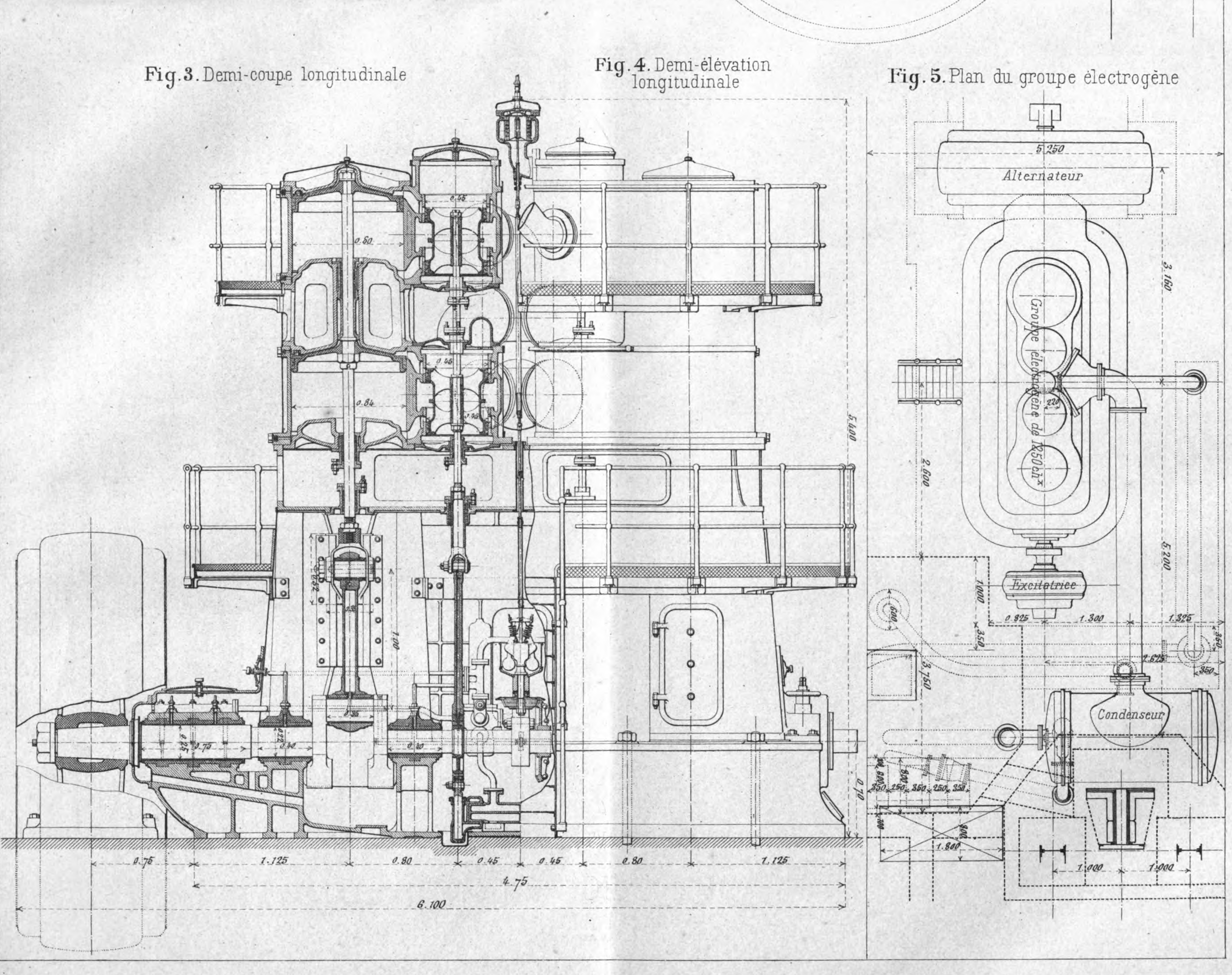



Fig. 3. Demi-coupe longitudinale

Fig. 4. Demi-élévation longitudinale

Fig. 5. Plan du groupe électrogène

(8581) Imp. A. Gentil, 188 faub^g S^t Denis, Paris

En 1898, les minerais de fer extraits en Suède se chiffraient ainsi :

| | | |
|---|---|---|
| Magnétite (fer oxydulé magnétique) | tonnes. | 2064010 |
| Fer oligiste (peroxyde de fer) | | 238586 |
| Minerais de lacs et de marais | | 368 |
| En totalité | tonnes. | 2302914 |

Parmi ces minerais de fer, il y en a qui contiennent du quartz et du calcaire et qui sont fusibles ; la Suède conserve généralement pour son usage les minerais dans la composition desquels il entre peu de phosphore et exporte les autres ; la superficie totale des terrains à minerais de fer dans tout le royaume est de 1572144 mètres carrés.

On trouve encore en Suède des terrains où se rencontrent des minerais de cuivre, d'or, de plomb, de zinc et d'argent, mais en petite quantité.

Dans la partie la plus méridionale de la Suède, on exploite la houille dont des échantillons sont exposés ; en 1898, le rendement de cette industrie se chiffrait par 236277 tonnes.

Les pierres granitiques (granits noirs), des grès, des calcaires fournissent un contingent notable à l'exportation qui a été, en 1898, de 8836059 couronnes.

Dans l'industrie chimique, la Suède se fait remarquer par le carbure de calcium dont une seule maison produit 6000 tonnes par an, et par diverses pâtes de bois, préparées pour la fabrication des papiers, etc.

---

## NORWÈGE

**Pavillon de la rue des Nations.** — Le Pavillon édifié par la Norwège (fig. 3 et 4), dans la rue des Nations, est situé entre ceux de l'Allemagne et de la Belgique. Il est entièrement construit avec des bois du pays qui ont été apportés tout taillés à Paris, et qu'il a suffi d'assembler sur place.

Cette construction originale est due à M. Sinding-Larsen, architecte

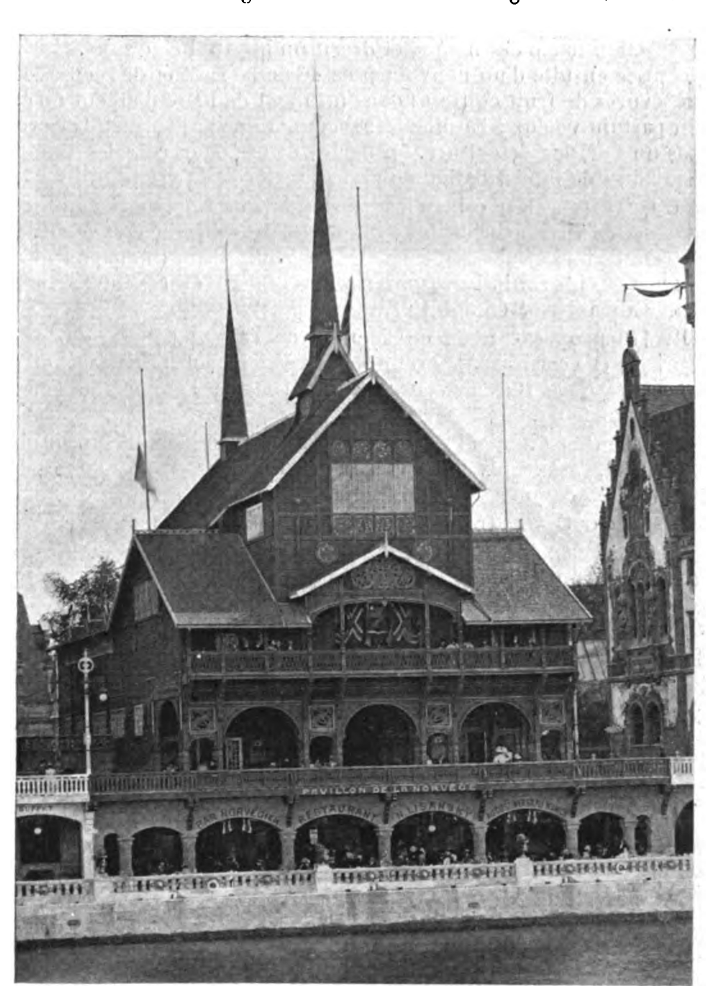



Fig. 3. — Pavillon de la Norwège, rue des Nations.

à Christiania, dont MM. Thams et Cie ont exécuté les plans. Elle comporte une charpente très légère, dont les dispositions sont semblables à celles adoptées dans les constructions métalliques. La toiture est constituée par des bardeaux pareils à ceux dont on se servait anciennement en Norwège, et la couleur rouge du Pavillon est celle employée habituellement dans les campagnes.

Ce chalet se compose d'un bâtiment principal perpendiculaire à la Seine, auquel sont adjointes deux ailes latérales, dont les extrémités sur la façade forment pignons. Sur le faîtage du bâtiment principal, se trouvent deux petits belvédères surmontés de clochetons avec flèches, atteignant 35 mètres de hauteur. Une véranda avec balcon, à l'étage, et ayant vue sur la Seine, permet de jouir de l'un des plus beaux panoramas de l'Exposition.

Le rez-de-chaussée de ce Pavillon se compose d'un vestibule, d'une salle principale, à droite et à gauche de laquelle se trouvent quatre compartiments, et d'une petite salle servant de sortie et donnant dans la rue des Nations.

A l'étage, il n'y a pas de salle principale ; les différents compartiments qui s'y trouvent sont entourés par un balcon en bois, et le vide ménagé au milieu permet de voir, du rez-de-chaussée, les différents objets suspendus aux pièces de la charpente du comble.

En pénétrant dans le vestibule, on remarque des types de bateaux à voiles et à vapeur, et une collection très variée d'engins de toute nature pour les pêcheries, une des grandes industries de la Norwège.

Dans la salle principale et dans une vitrine spéciale, se trouve exposé le modèle du trois-mâts goëlette, à voiles et à vapeur, *Fram*, ayant servi à l'explorateur Nansen, lors de son expédition au pôle nord ; autour de ce navire, on remarque des patins spéciaux pour marcher sur les glaces, un traîneau, des appareils de sauvetage, des vêtements et divers autres objets, représentant les modèles de ceux ayant servi au célèbre explorateur. Ce modèle de navire a été gracieusement offert par M. Ringnes au Gouvernement français, et provient du Musée de la Marine.

Dans les deux compartiments de droite, on a exposé différents animaux empaillés des pays froids et tous les engins destinés à leur destruction, notamment des harpons de tous modèles.

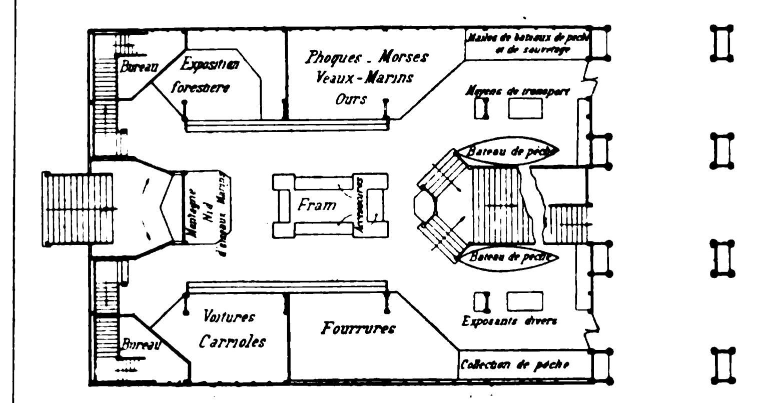



Fig. 4. — Plan du pavillon de la Norwège.

A gauche de la salle principale, se trouve une remarquable exposition de fourrures provenant d'animaux de la Norwège, et dans le compartiment suivant, deux petites voitures à deux roues et à une place, dites « égoïstes », type assez employé dans ce pays où les routes sont très accidentées.

En parcourant la galerie de l'étage, on remarque des photographies, des dessins divers concernant les ports et les jetées, et notamment le quai des Hanseates à Bergen, construit par ces peuplades lorsqu'elles s'emparèrent, vers le xve siècle, de tout le commerce de la Norwège.

L'Administration centrale des postes indique, par des cartes et dessins divers, le réseau postal et le fonctionnement de ce service ; les canaux de la Norwège sont aussi indiqués par des plans et des photographies, ainsi que les routes nationales et communales, dont le réseau qui était en 1850 de 16000 kilomètres, se chiffre aujourd'hui par 30000 kilomètres.

Une carte indiquant les positions des différents phares éclairant les côtes norwégiennes, montre les améliorations notables obtenues depuis quelques années ; la Norwège compte, actuellement, pour l'éclairage de ses côtes, 137 phares, dont 10 de première classe et 17 de deuxième ; de plus, 447 petits feux sont placés à l'entrée des baies et atterrissages divers des communes, facilitant la navigation aux pêcheurs si nombreux dans le pays, ainsi qu'au commerce s'effectuant par le petit cabotage.

**Expositions dans les différents groupes.** — En parcourant les divers groupes composant la classification générale de l'Exposition, on constate que la Norwège figure presque dans tous.

Dans le Groupe I (Éducation et Enseignement), elle expose un appareil assez ingénieux pour apprendre le dessin et l'écriture, divers travaux exécutés par les élèves des écoles des deux sexes, et des statistiques sur les écoles professionnelles, industrielles et techniques.

Dans le Groupe III sont exposés des travaux lithographiques et d'imprimerie, des livres, des photographies, des graphiques sur la population et la navigation, des ouvrages de médecine, instruments et appareils ophtalmologiques, de chirurgie, de musique, etc.

Dans le Groupe IV, on remarque une machine à vapeur compound à haute pression, avec régulateur mû par l'électricité ; des modèles de turbine, et quelques machines-outils.

L'Électricité, la Télégraphie et la Téléphonie sont également représentées par différents appareils.

Dans le Groupe IX on voit exposé le matériel et les procédés employés pour l'exploitation forestière : on remarque des échantillons de sapin et de pin, essences les plus répandues en Norwège, et des statistiques qui montrent l'importance de ce commerce.

En 1898, l'exportation des bois se chiffrait ainsi :

| | | |
|---|---|---|
| Bois bruts et à moitié façonnés. . . | mètres cubes | 1 973 822 |
| Pâte de bois mécanique humide . . . . . | kilogr. | 235 031 000 |
| Pâte de bois mécanique sèche. . . . . . | — | 12 985 970 |
| Pâte de bois chimique humide . . . . . | — | 6 918 620 |
| Pâte de bois chimique sèche . . . . . . | — | 60 338 160 |

Des types de maisons, des constructions en bois sculpté, des objets pour sports d'hiver, etc., constituent une exposition variée des divers usages auxquels on emploie les matériaux.

Différents produits du pays figurent au Groupe X (Alimentation), notamment des conserves préparées par des procédés spéciaux, des sirops divers, des punchs d'Arack, ainsi que différentes sortes de bières provenant d'une exposition collective faite par 18 brasseries.

Dans le Palais des Mines et de la Métallurgie différents échantillons de minerai sont exposés : pyrites argentifères, sulfate de cuivre et autres produits similaires ; granit brut servant au pavage des rues ; minerais de cuivre et pyrite de soufre, minerais de fer, de thorite ; du quartz et du feldspath, montrant des cristallisations naturelles, ainsi que des produits de fonderie provenant de l'usine Kobbervark, à Kieros.

La Norwège a aussi exposé dans les Groupes XIII, XIV, XV et XVIII. On remarque principalement dans le Groupe XV, classe 98, des travaux de sculpture en bois, des objets tournés et des modèles de meubles du style norwégien.

Poitevin de Veyrière,
*Ingénieur civil.*

## CONGRÈS

### LE CONGRÈS DE CHIMIE A L'EXPOSITION DE 1900

*(Suite et fin [1].)*

Cinquième section : **Sucrerie.** — Président : M. Gallois. — M. Vivien développe le procédé Garès, consistant dans le meichage du diffuseur au fur et à mesure de son emplissage.

M. Naudet présente une étude du chauffage des diffuseurs ; dans le chauffage actuel, le premier diffuseur est à peine chauffé dans son tiers inférieur. Il établit qu'il faudrait que ce diffuseur fût chauffé tout entier à la température maxima de la batterie.

M. Trillat parle du formol et des alcools amylique et méthylique ; M. Verley développe l'état actuel de l'industrie des huiles essentielles, etc. ; M. Naudet rend compte des essais faits sur la carbonatation continue ; M. Horsin-Déon fait l'historique de l'emploi des acides sulfureux et hydrosulfureux en sucrerie ; M. Audard fait remarquer l'importance de l'emploi de l'hydrate de baryte, qui est méconnu. « Je vois, dit le rapporteur, beaucoup d'avantages et pas un inconvénient à se servir de l'hydrate de baryte dans l'épuration des jus sucrés et cependant presque toutes les sucreries sont réfractaires à son emploi. »

M. Pellet note la relation qui existe entre les matières minérales et les matières organiques dans les divers produits en cours de fabrication. Si le rapport trouvé dans les diverses analyses entre les matières organiques et les matières animales est d'environ 1,7 à 1,8, le travail a été bien conduit ; si, à un moment donné, il atteint 2 ou 2,1, c'est que le travail n'est pas satisfaisant.

M. Besson rend compte d'expérience de concentration des jus par congélation ; M. Saillard apporte une contribution à l'étude de l'évaporation et des chauffages.

M. Pellet, qui a étudié l'action de la température sur les jus sucrés obtenus après la double carbonatation, conclut : « Que le sucre ne subit pas d'altération, même lorsque le jus a été chauffé plusieurs heures à 105-107°, qu'il y a une perte d'alcalinité d'autant plus forte que la température est plus élevée et que l'action de la chaleur est plus prolongée, qu'il y a augmentation de coloration provenant surtout de l'attaque des matières organiques et non du sucre ; cette coloration augmente avec l'alcalinité, surtout quand on dépasse 100°. Suivant qu'on emploie des appareils à triple, quadruple, quintuple ou sextuple effet, la coloration varie. »

M. Manoury insiste sur la combustion des mélasses, méthode à employer notamment dans les pays producteurs de canne où la mélasse est jetée à la rivière.

M. Pellet présente, au nom de M. Vaury, divers produits destinés à la nourriture des animaux et contenant de la mélasse.

Cette communication occasionne le vœu suivant :

« Il y a une véritable campagne à entreprendre pour amener la réforme du régime fiscal du sucre et de ses dérivés. Pour la faire aboutir, les seuls efforts des physiologistes et des agronomes seraient insuffisants. Il faut que l'opinion publique s'y associe. La question est si importante pour les cultivateurs, éleveurs et consommateurs, qu'on ne peut douter, qu'éclairés par la science sur les bienfaits de la réforme, tous ceux qui ont souci du progrès auront à cœur d'en hâter l'avènement par leurs revendications auprès des pouvoirs publics. »

M. Aulard étudie le raffinage en raffinerie et en sucrerie. Il arrive à conclure que les fabricants de sucre parviendront à produire du raffiné, scié et rangé à 10 fr. de frais (fabrication et raffinage compris) par tonne de betteraves.

M. Strohmer demande la création d'une Commission pour l'unification des méthodes de contrôle des graines de betteraves, ce qui est adopté à l'unanimité.

M. Ventre-Pacha fait connaître les méthodes rapides d'analyse qu'il a employées dans la fabrication de sucre de canne égyptienne.

Enfin M. Horsin-Déon clôt les travaux de la section en lisant un important mémoire sur la cristallisation en mouvement.

Sixième section : **Industrie chimique des fermentations.** — Président : M. Durin. — M. Effront développe l'emploi rationnel des antiseptiques en brasserie.

Il y a quatre facteurs qui interviennent, ce sont la dose de l'antiseptique qui ralentit et arrête le développement des ferments, la dose qui affaiblit la levure elle-même, la dose maxima qui n'affaiblit pas les substances actives du malt, et enfin l'influence de l'antiseptique sur les drèches utilisées pour l'élevage.

On a remplacé les levains tartriques par des levains fleurés, ce qui protège la diastase, sans nuire à la levure, et empêche les fermentations dangereuses.

M. Barbet traite de l'emploi des levures pures en distillerie avec stérilisation totale des moûts, et décrit un appareil à ce sujet.

Il parle ensuite d'un nouveau procédé de fabrication de l'eau-de-vie. Les levures de fruit cultivées dans un moût de bière donnent un certain parfum vineux ; l'arome n'est complet que si l'on met la levure dans un bouillon de culture. M. Barbet utilise pour cela les liquides résiduaires de la distillation de premier jet, soit du vin, soit du cidre.

M. Quantin s'élève contre les jugements qui imposent pour juger des eaux-de-vie un coefficient d'impureté pour chaque eau-de-vie. On arriverait ainsi à faire passer pour un rhum primitif coupé d'alcool d'industrie, un rhum importé de mauvais goût et rectifié partiellement de manière à en affiner l'arome.

M. Arachequesne parle de l'emploi de l'alcool dénaturé pour le chauffage et l'éclairage. Il examine successivement l'éclairage direct et l'éclairage par incandescence. Enfin il étudie l'emploi de l'alcool dans les moteurs.

M. Fernbach étudie l'influence des phosphates dans la saccharification ; M. Jernichon demande la constitution d'une Commission d'unification des méthodes de dosage des vins.

Le docteur Carles traite la question du dosage du tartre des vins.

M. Coursonne fait une communication sur un nouveau rectificateur de M. Guillaume, dans lequel l'ordre des opérations de la rectification est renversé.

M. Guillaume décrit une colonne mixte inobstruable pour moûts clairs et épais, et un procédé d'épuration finale des alcools à haut degré, lequel consiste dans une distillation nouvelle, dans une colonne appropriée.

M. Boivin traite la question des mucédinées ; il fait remarquer qu'il y a des mucédinées qui contiennent, dès leur jeune âge, 20 à 47 % d'huile.

M. de Geyter, faisant un rapport sur la saccharification et la diffusion méthodiques en brasserie, décrit un appareil continu, destiné à remplacer le macérateur.

Septième section : **Chimie agricole.** — Président : M. Dehérain. — M. Dehérain présente un rapport important sur le travail des sols, dans lequel il dit que l'effet principal du travail est d'augmenter l'eau et non l'air. Il faut travailler la terre tous les ans ; l'eau chargée d'acide carbonique dissout la craie et l'argile perd sa coagulabilité.

M. Menozzi demande que la vente des superphosphates soit faite sur la quantité d'acide phosphorique soluble dans l'eau et non dans le citrate. Il y aurait lieu d'adopter, dans tous les pays, cette méthode d'évaluation. Cette proposition donne lieu à une longue discussion entre MM. Aubin, Dehérain, Liebermann et Garola.

M. Schneidewund expose les résultats d'expériences faites à la station agronomique de Halle, sur la transformation des combinaisons azotées solubles en combinaisons azotées insolubles. Le fumier frais est plus favorable à cette transformation que le fumier consommé.

M. Dehérain ajoute le résultat de ses expériences faites à Grignon ;

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 18, p. 329.

il n'a constaté la réduction des nitrates que dans le cas où il employait beaucoup de fumier.

M. Malpeaux fait d'abord l'historique de la question des bactéries fixatrices d'azote et décrit les essais tentés en Allemagne pour introduire ces bactéries dans le sol. Il conclut qu'il n'y a pas lieu d'étendre l'emploi agricole des cultures de bactéries ; les effets ont été nuls ou insignifiants.

M. Schneidewund faisant une étude comparée des divers engrais : conclut que le fumier de ferme reste toujours le meilleur engrais, mais que l'on doit l'additionner d'engrais minéraux.

M. Dybowski décrit les procédés divers pour l'exploitation des plantes à caoutchouc. Selon les plantes, l'on peut admettre diverses méthodes de coagulation du latex : enfumage, ébullition, addition de certains réactifs et barattage. Dans le traitement des écorces on peut employer les dissolvants, mais l'on n'obtient que du caoutchouc nerveux. La désagrégation par la chaleur et le traitement mécanique paraissent donner de bons résultats.

Dans une étude sur la solubité de divers phosphates de chaux dans l'eau, M. Joffre conclut à la supériorité du phosphate monocalcique sur le tricalcique gélatineux, même dans un sol contenant du calcaire.

M. Lezé fait un long rapport sur la constitution de la crème et du beurre ; M. Rocques signale les résultats obtenus par M. Kuhn pour la stérilisation du lait en grand ; M. Charabot présente le fruit de ses recherches sur la modification apportée à la composition des huiles essentielles, en fournissant aux plantes les matériaux nécessaires aux organes dans lesquels sont élaborés les principes odorants.

Enfin la septième section émet le vœu qu'il soit adopté une substance antiseptique pour la conservation des échantillons de lait destiné à l'analyse. Le bichromate de potasse et le chloroforme paraissent déjà répondre à ce but.

Huitième section : **Hygiène. Chimie médicale et pharmaceutique. Falsification des denrées alimentaires.** — Président : M. Riche. — Nous passerons très rapidement en revue les principales communications faites dans cette section : M. Halphen étudie les falsifications des huiles ; M. Meillère précise les conditions dans lesquelles l'on doit se placer pour faire un bon dosage du glycogène dans les tissus normaux et anormaux ; M. de Brévons étudie les différentes méthodes pour la recherche de la saccharine dans les produits alimentaires.

La question de l'interdiction de l'usage de la saccharine est ensuite agitée. MM. Minovici, Riche, Jorrissen et André prennent part à la discussion. M. Liebermann déclare qu'il résulte de ses essais que ce produit occasionne un ralentissement dans la digestion.

M. le docteur Patein demande que l'on remplace les sous-acétates de plomb par l'acétate neutre comme agent de défécation des urines.

MM. Berger donnent les résultats de leurs recherches sur la stérilisation des eaux par le peroxyde de chlore. Ce produit possède une telle activité que des doses inférieures à $0^{gr}001$ suffisent.

Des communications sont également faites sur l'analyse des urines, sur les glaces faites avec des eaux impures, sur l'émaillage des ustensiles de cuisine, sur l'analyse des quinquinas, sur le dosage des alcools supérieurs dans les boissons alcooliques, fermentées, etc.

Neuvième section : **Photographie.** — Président : M. Janssen. — Cette section n'a tenu qu'une séance, par le fait de la coïncidence du congrès de Photographie.

M. Minovici communique ses recherches sur les faux en écritures ; M. Namias donne des indications sur l'emploi du permanganate de potasse et traite des images photographiques en relief obtenues par le gonflement de la gélatine.

M. Zenger décrit une simplification apportée dans les objectifs par le choix judicieux des lentilles.

Dixième section : **Électro-chimie.** — Président : M. Moissan. — Les travaux de cette section ont été de la plus haute importance.

M. Gin étudie l'utilisation des forces motrices en Autriche-Hongrie et l'industrie du carbure de calcium. L'énergie totale utilisée dans ce pays atteint 79 500 chevaux.

Le rapporteur décrit ensuite les plus importantes installations et, notamment, celles de Meran, de Paternion et de Lend-Gastein.

M. Gin, sur une question de M. Moissan, déclare que la perte occasionnée par le concassage du carbure n'atteint pas 5 % et que le prix du carbure varie beaucoup d'une usine à l'autre. A Meran, il est de 210 francs la tonne.

M. Besnard étudie les divers appareils à acétylène qui se trouvent à l'Exposition ; M. Lebeau donne les résultats de son travail sur les siliciures de fer.

M. Marie présente un rapport documenté sur l'état actuel de l'industrie des produits organiques préparés par électrolyse.

M. Mathews étudie l'industrie du carbure de calcium en Amérique. En 1897, la production a atteint 1 925 tonnes. Actuellement la production à Niagara est de 1 000 tonnes par mois. Une usine à carbure existe à Sainte-Catherine (Canada) ; elle produit 1 200 tonnes par an.

M. Rossel fait une communication sur l'état de la même industrie en Suisse. Il décrit les installations de Neuhausen, de la Volta à Genève, de Langenthal, de la Honza, de Hüms, de Thusis et de Vernoya.

M. Korda insiste sur la crise qui sévit en Suisse et provient de la surproduction du carbure de calcium.

M. Moissan donne les résultats des préparations du carbure de calcium chimiquement pur et des carbures de proséodyme, néodyme et samarium.

M. Gall fait un rapport sur l'industrie du carbure de calcium en France, dans lequel il décrit les chutes existantes. M. Lacroix montre les difficultés du transport du carbure de calcium et fait adopter un vœu à ce sujet.

Plusieurs congressistes décrivent divers appareils à acétylène ; M. Fouché donne le procédé employé par la Compagnie française de l'acétylène dissous. On emploie l'acétone pour imprégner les récipients et écarter tout danger d'explosion. La proportion d'acétone entraînée présente une dépense de $0^{l}06$ par mètre cube.

M. Minet décrit l'état de l'électro-chimie en 1900 ; M. Clerc étudie les fours électriques et la production des métaux et alliages au four électrique.

M. Palmœr donne l'état de l'industrie du carbure en Suède. Il existe quatre usines utilisant 6 000 chevaux. Le chlorate de potasse est fait par une usine ; le chlore et la potasse par une autre fabrique.

M. Hubou parle du noir d'acétylène, de sa fabrication et de ses applications.

M. Moissan donne le résultat de ses recherches sur la production de l'ozone par action du fluor sur l'eau. M. Meslan décrit un appareil industriel pour la production du fluor (nous aurons à y revenir).

M. Guichard décrit ses expériences sur la préparation de la fonte de molybdène ; M. Defacqz sur l'obtention d'une fonte de tungstène, et M. Lebeau sur le phosphure et l'arséniure de calcium.

Le samedi 28 juillet, le Congrès s'est réuni en séance plénière et a adopté les différents vœux émis par les sections.

Il a décidé que le prochain Congrès aurait lieu en 1902, à Berlin, et a nommé, comme président de la Commission d'organisation, M. Otto Witt.

Léon Guillet,
*Ingénieur des Arts et Manufactures, Licencié ès Sciences.*

## VARIÉTÉS

### L'Exposition pan-américaine de Buffalo (États-Unis) en 1901.

La « Pan-American Exposition », qui aura lieu en 1901 à Buffalo (New-York), a été organisée pour célébrer les progrès de la civilisation dans l'hémisphère occidental pendant le dix-neuvième siècle. Les ressources dont elle dispose se montent à 29 millions de francs, sans compter les sommes que produiront les expositions des autres états et colonies du Nouveau-Monde qui y ont été invités.

L'Exposition est divisée en quinze classes principales : électricité, beaux-arts, arts graphiques, arts libéraux, ethnologie, agriculture, horticulture, bétail, forêts, pêcheries, mines, machines, manufactures, transports, et enfin expositions des îles Hawaï, des Philippines et de Porto-Rico.

Les terrains occupés par l'Exposition se composent de 140 hectares de parc, situés dans la partie nord de la ville de Buffalo ; ils sont, comme on le voit sur la figure ci-jointe, de forme assez irrégulière, et leurs dimensions extrêmes sont d'environ 800 mètres sur 1 600 mètres. Il sera facile d'y accéder de Buffalo par ses 26 lignes de chemins de fer à vapeur et par des lignes à trolley sur trois côtés. Une grande partie des terrains sera plantée d'arbres, de gazon et d'arbustes, et l'une des caractéristiques de l'Exposition sera la création, dans son enceinte, d'une grande quantité de pièces d'eau et de cours d'eau artificiels, entre autres un grand lac, d'autres plus petits, un canal qui entoure le groupe principal de bâtiments et un grand nombre de fontaines et de cascades.

Le style général des palais est le style Renaissance, avec de longues lignes d'arcades et des ouvertures finement détaillées, des murs peints et décorés, des dômes et des tours en grand nombre, et des toits couverts en tuiles rouges et ayant une hauteur uniforme de $15^{m}25$.

Les principaux palais sont groupés autour d'une cour de plus de 610 mètres de longueur, qui est coupée par l'Esplanade (voir la figure ci-jointe) et par la Cour des fontaines, et qui est ornée de pièces d'eau, de fontaines, de statues, d'arbres et de balustrades.

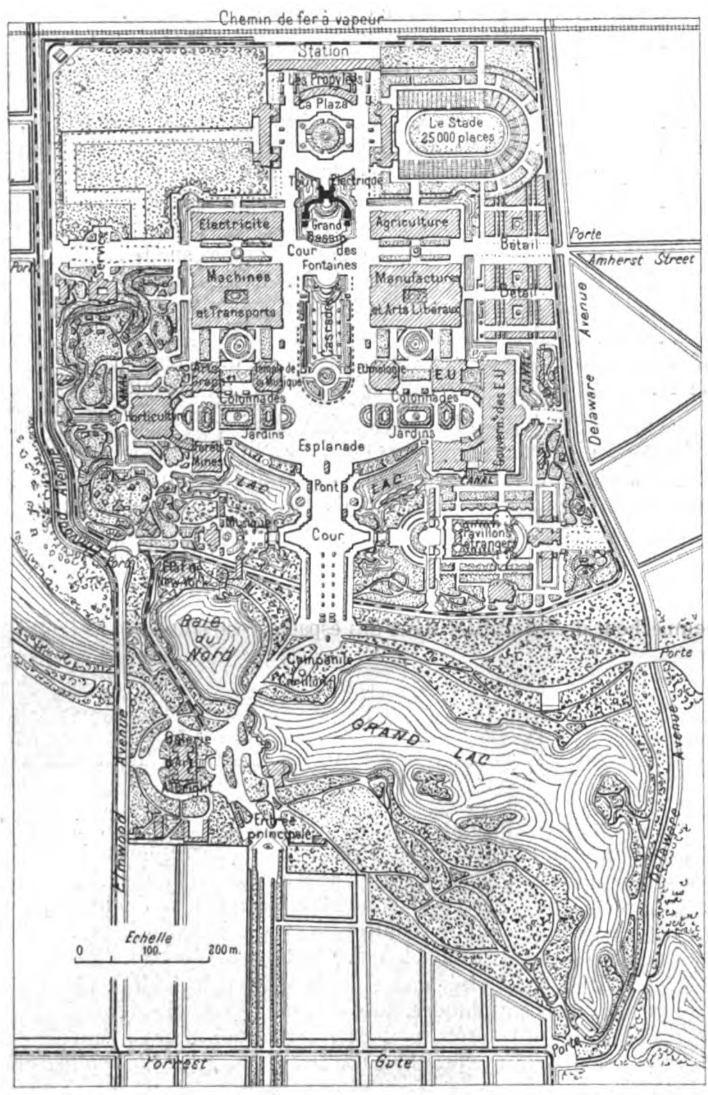
Les deux palais les plus importants sont celui des Manufactures et

des Arts libéraux, et celui de la Mécanique et des Transports ; ils ont chacun 152m 40 de longueur et 106m 70 de largeur. Les palais de l'Agriculture et de l'Électricité mesurent chacun 152m 40 sur 45m 70. Celui de l'Horticulture est élevé sur un carré de 67 mètres de côté ; sa hauteur est de 72 mètres. Enfin le palais du Gouvernement des États-Unis mesure 182m 90 sur 39m 60, et il est surmonté d'un dôme de 76m 20 de hauteur.

Le directeur général de l'Exposition est M. W. J. Buchanan, et le directeur des travaux, M. Newcomb Carlton.

La plupart des palais ne dureront pas plus que l'Exposition. Cependant le palais de l'État de New-York est un monument en marbre et en granit, mesurant 25 mètres sur 39m 60 et qui coûtera 750 000 francs ; il est destiné à recevoir les collections de la Société historique de Buffalo. La Galerie d'art Albright, qui coûtera 1 750 000 francs, sera aussi un monument durable.

Ce qui caractérisera surtout l'Exposition pan-américaine de Buffalo, c'est la grande importance donnée aux applications de l'électricité : applications industrielles, distribution de l'énergie, éclairage et effets




Plan de l'Exposition pan-américaine de Buffalo.

décoratifs. On a prévu l'emploi de 9 000 chevaux électriques, dont 5 000 seront amenés des chutes du Niagara, à une tension de 10 000 volts par 19 câbles en cuivre supportés par de hauts poteaux.

Tous les palais seront éclairés et leurs dômes, leurs tours et leurs contours principaux seront dessinés par des lampes électriques, tandis que les nombreuses fontaines seront brillamment illuminées par l'électricité.

La pièce principale concourant à ces illuminations sera constituée par une tour électrique de 114m 30 de hauteur, qui s'élèvera au-dessus du grand bassin, de 122 mètres sur 183 mètres, situé à l'une des extrémités de la cour principale. Cette tour, dont l'architecte est M. John Galen Howard, repose sur une base carrée de 21m 35 de côté ; elle ne comporte d'entrée que sur une seule face. De part et d'autre de la façade opposée se développe une longue colonnade embrassant un espace demi-circulaire de plus de 60 mètres de largeur, ayant en son centre une immense jet d'eau vertical, tandis que de la tour s'échappent de nombreuses cascades.

Comme aspect général, la tour simule le marbre blanc, mais elle est décorée avec profusion d'or et de brillantes couleurs. Deux grands groupes sculptés flanquent chacune des quatre faces de sa base et au-dessus des cascades se trouve un écusson portant les armes des États-Unis. Toute la surface extérieure de la tour sera d'ailleurs parsemée de lampes électriques.

La partie principale de la tour se termine, à une hauteur de 61 mètres, par un entablement sculpté et découpé à jour, qui sera brillamment illuminé par un éclairage intérieur. Au-dessus de cet entablement se trouve le couronnement composé de trois étages superposés, surmontés par une figure allégorique de l'électricité.

La tour comporte six étages : le premier est situé juste au-dessus du point de jaillissement des cascades ; le second est au niveau de l'entablement. Ils contiennent des salons de réception, des bureaux pour le service de l'Exposition, et des halls pour diverses attractions. Le troisième étage, situé à une hauteur de 61 mètres, sera occupé par un restaurant ; il est desservi par deux ascenseurs. Les trois autres étages, contenus dans le couronnement, sont des observatoires auxquels on accède par des escaliers.

Bien que cette tour soit une construction temporaire, son ossature est faite en acier avec assemblages rivés (1). Son revêtement extérieur est en staff. Le poids mort de la tour est estimé à 1 677 tonnes ; les surcharges atteindront un total de 602 tonnes.

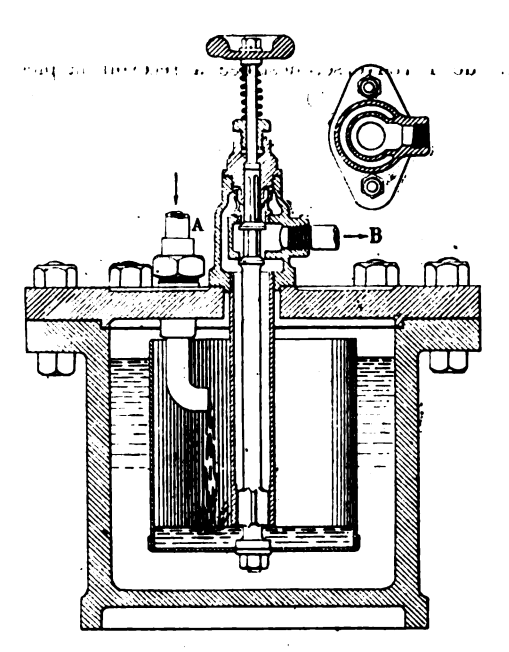
---

## Nouveau purgeur de vapeur.

Le purgeur de vapeur, que représentent les figures ci-dessous empruntées à l'*Engineer*, est combiné de façon à pouvoir fonctionner à n'importe quelle pression de vapeur, et à expulser rapidement de grandes quantités d'eau condensée.

Pour les pressions ordinaires, jusqu'à 14 kilogr., la boîte du purgeur est faite en fonte ; pour les pressions plus élevées, elle est en acier. Au centre du couvercle de cette boîte pénètre un tube central descendant environ aux trois quarts de la hauteur de la boîte. Dans l'axe de ce tube est disposée une tige munie, à sa partie supérieure, d'une soupape équilibrée, et reliée, à sa partie inférieure, à un vase cylindrique ouvert en haut. Cette tige est d'ailleurs munie d'ailettes de guidage à sa partie inférieure ; ces ailettes peuvent coulisser dans le tube central, assurant ainsi la verticalité des déplacements du vase cylindrique et de la soupape.

Lors du montage du purgeur, on met de l'eau dans la boîte de ce dernier, de façon que le vase cylindrique, qui est alors vide, flotte et applique les soupapes sur leurs sièges.




Coupe verticale du purgeur et coupe suivant AB.

Dès que l'appareil est mis en fonctionnement, l'eau condensée de la conduite de vapeur, arrivant par le tuyau coudé que l'on voit sur la gauche de la figure, vient se rassembler dans le vase cylindrique qu'elle remplit de plus en plus. Il arrive un moment où le poids de l'eau condensée surmonte la poussée de l'eau, contenue dans la boite du purgeur, sur le vase cylindrique : celui-ci s'enfonce, ce qui a pour effet d'ouvrir la soupape équilibrée ; l'eau condensée se trouve aussitôt refoulée et expulsée à travers le tube central.

Le vase cylindrique allégé flotte à nouveau et applique les soupapes sur leurs sièges. L'appareil est combiné de telle sorte que la fermeture de l'échappement se produise avant que toute l'eau n'ait été expulsée du vase cylindrique, et ceci, afin que la vapeur ne puisse pas s'échapper par le même chemin.

Mais comme il peut être nécessaire de faire passer un courant de vapeur à travers le purgeur, par exemple, pour expulser les dépôts qui pourraient s'y former, on a muni l'appareil d'un dispositif qui permet d'obtenir ce résultat. A la partie supérieure de l'appareil est disposée une tige terminée par un bouton qu'un ressort tient d'ordi-

(1) Voir, pour la description détaillée de l'ossature de la tour, l'*Engineering Record*, du 21 juillet, auquel sont empruntés les renseignements ci-dessus.

naire relevé. En appuyant sur ce bouton, sa tige vient refouler la tige de la soupape équilibrée et cette dernière s'ouvre. Tant que la pression sur le bouton persiste, la vapeur s'échappe par l'orifice de sortie, balayant tout l'intérieur du purgeur.

On voit que, grâce à l'emploi d'une soupape équilibrée, le fonctionnement de ce purgeur est indépendant de la pression. L'appareil permet, d'ailleurs, d'expulser très rapidement de grandes quantités d'eau condensée parce que, en pareil cas, le vase cylindrique s'enfonce complètement et ouvre en grand la soupape.

---

### Nouveau type de traverse métallique.

On vient de mettre à l'essai, sur le Huntingdon and Broad Top Mountain Railroad, près d'Huntingdon (Pennsylvanie), un nouveau type de traverse métallique, connu sous le nom de traverses Chester. Ces traverses en acier se composent, comme on le voit sur les figures 1 à 4 que nous empruntons à l'*Engineering News*, de trois parties seulement et ne comportent pas de pièces spéciales pour assurer la fixation du rail. Deux des parties sont destinées à supporter le rail, la troisième partie sert à réunir les deux premières.

Dans le modèle de traverse qui a été employé pour les essais, les pièces de support des rails sont, comme le montre la figure 1, formées

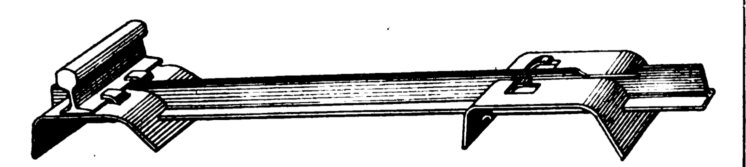


Fig. 1. — Traverse métallique Chester.

d'une tôle d'acier, de 0m 0095 d'épaisseur, recourbée en forme d'U non symétrique, la branche intérieure de l'U étant plus courte que sa branche extérieure ; sa profondeur maximum est de 0m 10 et sa largeur est de 0m 20 à la partie supérieure et de 0m 34 à la partie inférieure.

Du côté interne de la partie destinée à recevoir le rail, on a découpé et refoulé à la machine deux ergots qui s'engagent sur une longueur de 0m 05 sur la semelle du rail.

Les pièces de support du rail portent, en outre, transversalement, une entaille en forme de T renversé, destinée à recevoir la pièce transversale qui sert à les réunir et qui, dans le cas considéré, est formée d'une barre à T en acier. L'âme de cette barre est entaillée légèrement au point où doit reposer le rail, et l'angle externe de l'entaille constitue un ergot destiné à maintenir vers l'intérieur la semelle du rail.

Pour poser un rail, on fait glisser la pièce de support vers l'intérieur de la voie, le long de la pièce transversale, comme on le voit sur la partie de droite de la figure 1, de façon à pouvoir placer le rail de telle sorte que sa semelle soit maintenue par l'ergot de la pièce transversale. On fait ensuite glisser la pièce de support en sens inverse jusqu'à ce que ses ergots viennent s'appliquer sur le côté interne de la semelle du rail. La pression du ballast contre le côté de la pièce de support suffit à assujettir cette dernière et à maintenir le rail en position.

Pour les traverses de joint, les pièces de support des rails ont trois

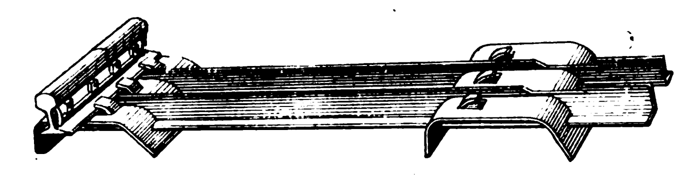


Fig. 2. — Traverse métallique de joint.

ergots et sont reliées par deux pièces transversales (fig. 2), les rails étant réunis par des éclisses.

Dans les courbes légères ou à l'approche des courbes, on peut insérer des clavettes dans des rainures ménagées dans l'âme verticale de la pièce transversale et l'on peut boulonner, sur la partie supérieure du support du rail, des pièces de forme spéciale, destinées à maintenir ce dernier, comme le montrent les figures 3 et 4.

Les traverses mises à l'essai sur le Huntingdon and Broad Top Mountain Railroad ont été posées le 12 octobre 1899. Elles sont au nombre de 44. L'espacement normal des traverses de ce type est de 0m 60 d'axe en axe, mais, dans ce cas particulier, il varie de 0m 40 à 0m 75, parce que les traverses essayées ont remplacé des traverses en bois. Chacune des pièces de support du rail pèse environ 11 kilogr.; la pièce transversale pèse 27 kilogr., ce qui représente 49 kilogr. par traverse. On n'a pas employé de traverse de joint. Le rail pèse 35kg 3 le mètre courant ; il est posé avec joints suspendus, reliés par des

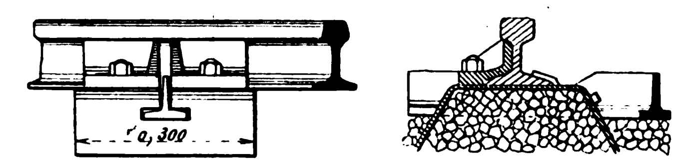


Fig. 3 et 4. — Traverse métallique en courbe.

éclisses en cornière à quatre boulons. Le ballast est formé de laitier. La voie est de niveau avec une courbe de 1 degré.

La dépense pour les traverses à été de 0 fr. 33 par kilogramme, mais on compte pouvoir établir les traverses, par grandes quantités, pour 10 francs à 11 fr. 25 l'une.

A l'usage, elles ont exigé un peu plus de bourrage que les traverses en bois, pour maintenir l'alignement et le niveau de la voie, mais il en est d'ordinaire ainsi avec les voies à traverses métalliques nouvellement posées.

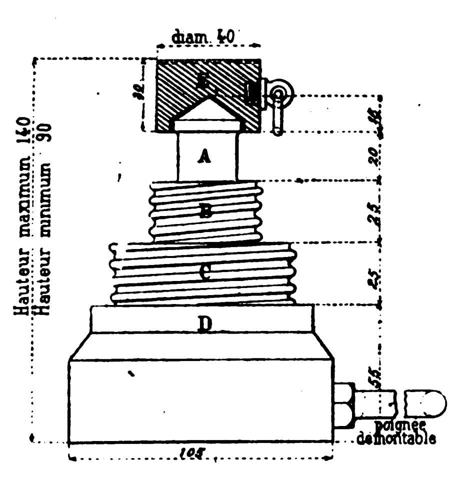
Depuis que ces traverses sont en place, elles ont supporté le passage de 1 500 000 tonnes de marchandises, représentées surtout par des wagons de charbon de 27 et de 36 tonnes (60 000 et 80 000 livres). Les trains sont remorqués par des locomotives de 100 tonnes.

---

### Cric télescopique minuscule.

On a souvent besoin, dans l'exploitation des chemins de fer, pour la réparation du matériel roulant et, d'une manière générale, dans la plupart des ateliers de constructions mécaniques, de soulever ou de déplacer d'une faible quantité de lourdes pièces. A cet effet, on se sert ordinairement de crics à crémaillère ou à vis, de palans, de leviers qui, bien souvent, sont d'un usage incommode, parce qu'ils sont lourds et peu maniables; en tous cas, leurs dimensions parfois exagérées empêchent de les utiliser dans des espaces restreints.

L'appareil introduit par M. Thofern, en Allemagne, et dont nous donnons ci-contre le croquis, d'après l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, est d'une très grande légèreté, puisqu'il ne pèse que 3kg 2; il est donc facilement manœuvrable par un seul homme. D'autre part, ses dimensions exiguës permettent de le loger dans la poche. Il est néanmoins capable de soulever, à 50 millimètres de hauteur, un poids de 2 500 à 3 000 kilogrammes.




Cric télescopique minuscule.

Le cric de M. Thofern se compose de deux vis à filets ronds s'emboitant l'une dans l'autre et pouvant se loger dans un socle circulaire D. La première B porte une tige carrée A, que l'on peut faire tourner au moyen d'une clé et sur laquelle repose la tête du cric E. Lorsque la vis B est arrivée à l'extrémité supérieure de sa course, si on continue à la faire tourner, elle entraine, par un collet inférieur, la vis C qui s'élève à son tour. Une rotation en sens inverse de la tige A fait rentrer d'abord la vis C dans son écrou, puis la vis B, qui s'abaisse en entrainant la tête du cric dans son mouvement descendant.

Cet appareil parait particulièrement propre à soulever les caisses de wagons, lorsqu'il s'agit de caler les boites à huile, en cas de rupture des ressorts. Si l'on monte une bouterolle à la place de la tête E, il peut aussi servir de tas pour le rivetage.

---

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 27 août 1900.*

**Astronomie.** — *Demi-diamètre apparent du soleil et position relative de la lune, déduits de l'éclipse du 28 mai 1900.* Note de MM. Ch. André et Ph. Lagrula, présentée par M. Mascart.

MM. André et Lagrula donnent les résultats définitifs de la discussion des observations faites à l'Observatoire de Lyon, lors de l'éclipse partielle du soleil du 28 mai 1900. Parmi les données figurent trois séries d'angles de position de la corde commune, dont deux mesurés en même temps que les flèches par M. Guillaume sur l'image projetée et une faite directement vers le milieu de l'éclipse par M. Le Cadet.

Chacune des observations fournit une équation de condition entre les éléments ou les positions adoptées pour les deux astres et des quantités connues. On obtient les résultats cherchés en traitant les équations par les moindres carrés, séparément pour chacun des ordres de mesures.

On obtient pour le demi-diamètre moyen du soleil la valeur : $R_0 = 15'59''50 \pm 0,23 - (0,932 \Delta r_0)$, $r_0$ étant le demi-diamètre moyen de la lune (15'31"83). On a obtenu ainsi : 1° une position relative très précise de la Lune, à une période où notre satellite échappe à tout autre procédé de mesure ; 2° une valeur du demi-diamètre apparent du soleil peu différente (— 0"13) de celle qu'Auwers a déduite de 2849 mesures héliométriques et que lui-même estimait ne pouvoir être que trop forte.

Il est à remarquer que, par l'effet de la diffraction, les diamètres apparents observés du soleil surpassent en général son diamètre apparent réel, tel que le donnent les lois de l'optique géométrique ; mais cet agrandissement diminue à mesure que diminue l'intensité lumineuse de l'image observée et devient négligeable quand cette intensité est suffisamment faible.

Le diamètre apparent déduit de la dernière observation, semble se rapprocher plus que tout autre du diamètre réel.

**Électricité.** — *Cohésion diélectrique et champs explosifs.* Note de M. E. Bouty, présentée par M. Lippmann.

La dénomination champs explosifs désigne les valeurs minima du champ qu'il faut produire dans l'intervalle de deux électrodes à peu près planes, pour qu'une étincelle jaillisse entre ces deux électrodes. Les électrodes prennent une part active, mais inconnue, aux phénomènes de la décharge et il y a lieu de démêler ce qui appartient aux électrodes et ce qui appartient en propre au gaz.

Ces expériences ont montré qu'à partir d'une pression de quelques millimètres de mercure, les champs critiques deviennent des fonctions linéaires de la pression. Si l'on désigne par $p$ la pression évaluée en atmosphères, et par $y$ le champ explosif évalué en unités C. G. S. électrostatiques, on obtient pour les asymptotes des courbes les lignes suivantes :

| | |
|---|---|
| Hydrogène | $y = 1,4 + 63,33\,p$ |
| Air | $y = 1,593 + 119,09\,p$ |
| Acide carbonique | $y = 1,703 + 144,4\,p$ |

Ces expériences ont été faites en employant des électrodes de laiton de 10 centimètres de diamètre, distantes de 1 millimètre.

M. Bouty compare les résultats de ses expériences à ceux des mesures exécutées par M. Max Wolf, dans les mêmes conditions, entre 1 et 5 atmosphères.

**Physiologie expérimentale.** — *Sur l'éclairage par la lumière froide physiologique, dite « lumière vivante ».* Note de M. Raphaël Dubois.

La meilleure lumière pour l'éclairage serait celle qui contiendrait la quantité maximum de radiations de longueur d'onde moyenne, unie à la quantité minimum de radiations calorifiques ou chimiques, à la condition qu'elle serait obtenue pratiquement et économiquement. La lumière physiologique ou *lumière vivante* est ce qui se rapproche le plus, à l'heure actuelle, de cet éclairage idéal. Pour la produire avec son maximum d'intensité éclairante, d'une manière pratique et rapide, en quantité considérable, M. Dubois a imaginé de cultiver certains microbes lumineux, ou *photobactéries*, dans des bouillons liquides d'une composition spéciale.

Les bouillons de culture doivent contenir de l'eau, du sel marin, un aliment ternaire, un aliment quaternaire azoté, un aliment phosphoré et des traces de ces composés minéraux qui entrent dans la composition de toute matière bioprotéonique.

Les aliments qui ont fourni la plus forte lumière et la plus longue durée sont les suivants :

Aliments ternaires : glycérine et mannite ;
Aliments quaternaires : peptones et asparagine ;
Aliments phosphorés : nucléines, lécythines phosphorées, phosphate de potasse.

On a pu obtenir des bouillons de culture très économiques, exclusivement végétaux.

La persistance de la lumière dans les milieux liquides varie suivant la richesse du bouillon nutritif, son aération, son agitation, suivant la pureté des cultures et la température extérieure ; certains d'entre eux ont résisté pendant six mois au repos et dans un sous-sol obscur. Par ces moyens, on peut éclairer une salle avec une lumière égale à celle d'un beau clair de lune.

**Physiologie végétale.** — *Action de la pression totale sur l'assimilation chlorophyllienne.* Note de M. Jean Friedel, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les recherches de M. Godlewski ont établi que, dans l'air confiné, maintenu à la pression normale, l'intensité de l'assimilation chlorophyllienne dépend de la pression relative de l'anhydride carbonique et qu'elle est maximum chez la plupart des plantes, pour une proportion de ce gaz voisine de 10 %.

M. Friedel a étudié l'influence, sur cette fonction, de la pression totale supportée par la plante, en déterminant les modifications amenées dans l'assimilation par les pressions inférieures à la pression atmosphérique. Les opérations ont été faites sur des feuilles détachées de la tige.

Les résultats de ces recherches ont été les suivants :

1° L'abaissement de la pression totale, même jusqu'à un quart d'atmosphère, ne modifie pas la nature de l'assimilation chlorophyllienne, le quotient résultant des échanges gazeux $R = \frac{O}{CO^2}$ restant toujours voisin de l'unité ;

2° L'intensité de l'assimilation chlorophyllienne diminue avec la pression, pour les pressions inférieures à la pression normale, suivant une loi assez régulière.

Les résultats obtenus sont du même ordre de grandeur chez les divers végétaux étudiés, qui présentent, pourtant la plus grande variation, au point de vue de la structure de leurs feuilles et de l'activité de la fonction chlorophyllienne.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Le nouveau matériel à bogies de la Compagnie du Nord.** — A la suite d'expériences comparatives de résistance à la traction faites sur le réseau du Nord, avec le matériel ordinaire à deux essieux et les voitures à bogies, expériences ayant démontré la supériorité de ces derniers véhicules au point de vue de la douceur du roulement, de la stabilité et de la facilité d'inscription dans les courbes, notamment aux vitesses élevées, cette Compagnie de chemins de fer a décidé de faire construire pour le service de ses trains rapides, des voitures à trucks articulés, avec couloir latéral, water-closet, lavabo. L'intercirculation est assurée par des soufflets. Un certain nombre de ces véhicules sont en circulation sur les principales lignes du Nord.

La description complète en a été donnée dans le numéro du mois de juillet de la *Revue générale des Chemins de fer*. Ce qui les caractérise surtout est l'absence de portières latérales ; on peut ainsi avoir des caisses à la fois rigides et légères, absentes de vibrations pendant la marche. L'entrée et la sortie des voyageurs s'effectuent par quatre portes situées aux extrémités du véhicule et donnant accès sur les plates-formes d'intercirculation.

Les voitures du type courant sont de 1re et de 2e classe ; les premières comportent 42 places et les secondes, 62. Elles sont toutes munies du frein Westinghouse et quelques-unes d'entre elles d'un frein à main. Le châssis est en bois et fer, les brancards sont constitués par de véritables poutres armées. Les bogies à deux essieux et à double suspension sont entièrement métalliques ; c'est le type adopté par la Compagnie des Wagons-lits qui l'a d'ailleurs introduit pour la première fois d'Amérique en France. Les roues, à centre plein nervuré, ont 1m04 de diamètre au roulement et les fusées des essieux 105 millimètres avec une longueur de 205 millimètres. La caisse, dépendante du châssis, a une charpente en bois de teck avec panneautage extérieur en tôle galvanisée, et la toiture en sapin recouvert de cuivre.

L'aménagement intérieur a été fait de façon à donner à la fois satisfaction au confortable, à l'élégance, à l'hygiène et à la facilité d'entretien. Les planchers et les plafonds sont garnis de linoléum et de l'incrusta Walton, sauf ceux des water-closets qui sont en carreaux de tôle émaillée. L'éclairage est constitué par des lampes électriques de six bougies et 55 volts, à raison de deux par compartiment. Une batterie d'accumulateurs leur fournit le courant. Les voitures sont pourvues d'un sytème de chauffage mixte à circulation d'eau, réchauffée par la vapeur venant de la locomotive. Vingt minutes suffisent pour chauffer un train de longueur moyenne. Le réglage de la température se fait à volonté dans chaque voiture. Les véhicules sont munis de raccords spéciaux pour conduites de vapeur, permettant de procéder à leur accouplement avec des voitures belges, hollandaises et allemandes.

**L'instruction professionnelle des agents de chemins de fer en Russie.** — Le développement considérable des chemins de fer en Russie, pendant la période 1860-1871, précéda l'établissement, dans les régions traversées, des industries mécaniques et métallurgiques qui vinrent plus tard s'y implanter, contrairement à ce qu'on observe dans les pays occidentaux où les réseaux ferrés se sont agrandis au fur et à mesure de l'accroissement des forces commerciales et industrielles locales. De sorte que la Russie, dépourvue à cette époque de personnel technique, qu'elle eût pu recruter dans les usines et dans les fabriques, dut avoir recours à l'étranger pour la construction et l'exploitation de ses lignes nouvelles. C'est surtout la pénurie des agents secondaires qui incita les administrations de chemins de fer à créer des écoles spéciales dans lesquelles elles pourraient recruter un contingent d'employés techniques, pourvus d'une instruction professionnelle suffisante pour les besoins des différents services. Actuellement, 32 écoles de ce genre, avec un budget de 3 200 000 francs, existent en Russie ; elles ont formé jusqu'à présent près de 8 000 agents, parmi lesquels un tiers environ occupent les fonctions de mécaniciens.

L'Institut des Ingénieurs des voies de communication, les Instituts technologiques de Saint-Pétersbourg, Charkow, l'École impériale technique de Moscou et l'École polytechnique de Riga fournissent une grande partie des Ingénieurs de chemins de fer. Les grands travaux du Transsibérien ont nécessité en outre l'établissement de nouvelles écoles supérieures, telles que celle de Moscou, fondée en 1896 pour former 100 ingénieurs-constructeurs par an, et les nouveaux instituts technologiques de Tomsk en Sibérie, de Varsovie et de Kiew. Enfin, dans ces dernières années, des écoles spéciales pour l'apprentissage des enfants des agents de chemins de fer ont été créées dans le but de former des artisans pour les services techniques secondaires.

Le *Bulletin du Congrès des chemins de fer* du mois de juillet (3e fascicule) donne d'intéressants détails sur le fonctionnement de chacune de ces écoles, sur leurs programmes et sur l'avenir qui leur est réservé dans toutes les branches de l'industrie des chemins de fer.

#### ÉLECTRICITÉ

**Station centrale d'électricité de Gloucester (Angleterre).** — La station centrale d'électricité de Gloucester a commencé à fonctionner le 19 juillet dernier. L'*Engineer* du 27 juillet en donne la description.

L'usine est située dans une position centrale, voisine de la rivière, du canal et de l'embranchement de chemin de fer des docks. On a largement prévu les extensions futures, et le plan a été combiné de façon à pouvoir installer à côté une usine pour la destruction des ordures ménagères.

Les chaudières, au nombre de trois, type du Lancashire, ont 9m15 de longueur et 2m45 de diamètre ; elles fournissent de la vapeur à 11kg2 et sont munies de foyers mécaniques Proctor. L'eau d'alimentation peut pénétrer directement dans les chaudières, ou traverser d'abord alternativement un réchauffeur et

un économiseur de Green, contenant 192 tubes. Un électromoteur de 5 kilowatts à enroulement shunt, actionne l'arbre de commande des foyers mécaniques.

L'usine génératrice d'électricité proprement dite comporte deux groupes électrogènes. Le plus important comprend une machine à vapeur à triple expansion faisant 350 tours par minute et donnant 500 chevaux indiqués avec de la vapeur à 11kg 2. Elle est accouplée à deux dynamos Silvertown, ayant une puissance totale de 300 kilowatts à une tension de 440 à 500 volts. Le second groupe comprend une machine compound à deux manivelles, faisant 380 tours par minute et donnant 250 chevaux indiqués avec de la vapeur à 11kg 2. Cette machine actionne deux dynamos Silvertown dont la puissance totale est de 150 kilowatts, à 440-500 volts. Un survolteur procure la tension additionnelle nécessaire pour charger la batterie d'accumulateurs, composée de 280 éléments, et qui est capable de fournir un débit continu de 80 ampères pendant dix heures.

L'installation de l'usine comprend, en outre, deux condenseurs à jet pouvant traiter chacun près de 5 000 kilogr. de vapeur par heure, en maintenant un vide de 0m 66. Un pont roulant de 10 tonnes dessert la salle des machines. Le tableau de distribution se compose de neuf panneaux d'ardoise émaillée. La longueur des câbles de distribution actuellement posés est de 38 kilom. Ils alimentent 44 lampes à arc pour l'éclairage des rues.

La quantité d'électricité demandée était, avant l'ouverture de l'usine, supérieure à celle que celle-ci pouvait produire. Aussi a-t-on déjà entrepris d'agrandir la station. L'emprunt primitif avait été de 1 086 250 francs; un nouvel emprunt de 450 000 francs va être fait pour l'exécution des extensions de la station centrale et la création d'une usine pour la destruction des ordures ménagères.

### ÉTUDES ÉCONOMIQUES

**La retraite ouvrière aux charbonnages du Centre, en Belgique.** — Au sujet de la récente loi votée par les Chambres belges sur les pensions de vieillesse, M. E. Peny, Ingénieur, expose, dans un intéressant travail publié par la *Revue universelle des Mines* (juin 1900), l'importante application du droit des ouvriers à la pension de retraite, faite depuis plus de dix ans par la Caisse de prévoyance des ouvriers mineurs du Centre de la Belgique.

Cette institution, fonctionnant depuis 1841, ne donna à ses affiliés, jusqu'en 1889, que la certitude d'une pension en cas d'accidents et un certain nombre de pensions à de vieux ouvriers et à des veuves. A cette date, par l'accord unanime des exploitants de charbonnages de cette contrée et des ouvriers, la retenue sur les salaires, versée de moitié par les patrons et les ouvriers, fut portée de 1 ½ à 2 ½ %, garantissant à ces derniers des pensions de vieillesse et d'invalidité vers l'âge de 48 à 50 ans.

De 1889 à 1899, l'avoir mis en réserve de l'institution s'éleva de 884 395 fr. à 1 508 318 fr. Les pensions aux blessés augmentèrent, dans ce laps de temps, de 1 139 à 1 143, représentant une charge d'environ 241 395 fr.; le nombre des ouvriers affiliés augmenta de 14 913 à 17 246.

L'auteur montre en d'intéressants diagrammes la marche progressive de ces augmentations; il fait remarquer que, seuls les frais de gestion ne se sont pas accrus; ceux-ci s'élèvent à peine à 1 % des sommes réparties. Cet avantage provient de ce que l'institution n'est gérée que par les participants, ayant tout intérêt à ce qu'elle fonctionne avec simplicité et économie.

La caisse commune de prévoyance est complétée par une caisse particulière de revenus, établie pour chacun des charbonnages associés, répartissant annuellement en secours une somme de 155 à 160 000 fr.; elle alloue également des secours à ses anciens affiliés, lorsque la durée de leurs années de service dans les différents bassins belges, s'élève à quarante-cinq ans.

Les caisses de prévoyance de Mons et de Liège se sont inspirées de l'exemple donné par celle du Centre dans des organisations dignes d'éloges.

M. Peny estime que la solution définitive de la question de l'assurance ouvrière en Belgique serait dans le groupement de toutes les industries par *similitude professionnelle*, ainsi qu'il a été fait il y a une soixantaine d'années pour l'industrie minérale, dont les diverses caisses distribuent annuellement plus de 3 millions de francs de pensions, constituant la garantie de près de 125 000 travailleurs. Ces puissants organismes seraient gérés par les seuls intéressés sous le contrôle de l'État.

**Le développement de la marine allemande.** — Le vote récent du Reichstag, concernant les projets de développement de la flotte allemande, pour laquelle les dépenses prévues s'élèveront progressivement chaque année de 169 millions de marcs en 1900, à 323 en 1916, est la conséquence du colossal mouvement industriel de ce pays.

M. G. Blondel, docteur ès lettres et en droit, expose, dans la *Revue générale des Sciences* (30 juillet 1900), le développement progressif de la marine allemande et en recherche les causes. Il envisage plus spécialement cette expansion au point de vue commercial, la marine de guerre allemande étant encore assez modeste.

Notre marine marchande qui, en 1870, était deux fois plus importante que celle de l'Allemagne fut égalée par celle-ci en 1876; aujourd'hui la flotte marchande allemande est la deuxième du monde, sa valeur officielle est évaluée à 466 millions de marcs et son contingent est à peu près le double du nôtre.

L'auteur, après avoir indiqué en d'intéressants tableaux comparatifs les différents degrés de puissance des marines de guerre et de commerce des principales nations, montre que l'importation de l'Allemagne par voie de mer a augmenté, depuis quinze ans, de 103 % pour les pays d'outre-mer et de 90 % pour les pays européens; 75 % des navires entrant dans ses ports lui appartiennent. Les chiffres fournis par les sept lignes affectées au transport des voyageurs sont non moins brillants, distançant les compagnies anglaises elles-mêmes; elles doivent en partie ce résultat à la rapidité de leurs navires.

Une telle prospérité a entraîné le développement des ports : celui de Hambourg est devenu le premier port de l'Europe continentale avec, cette année, un mouvement maritime de 7 millions de tonnes; elle a favorisé, également, l'industrie des constructions navales confiées à des Sociétés par actions surpassant en importance les plus grandes Compagnies anglaises. La construction de navires pour l'étranger est devenue, pour ces chantiers, une importante source de revenus.

M. Blondel attribue l'expansion si remarquable de la flotte marchande allemande à la prospérité de l'industrie dont elle est l'outil indispensable, aux services rendus par les nombreux émigrants qui, chez toutes les nations du globe, sont de précieux intermédiaires pour le placement de leurs produits nationaux, enfin à l'attention que la nation allemande porte à toutes les questions économiques.

### HYGIÈNE

**Du traitement des ordures ménagères.** — La question de l'enlèvement et du traitement des ordures ménagères, si importante pour les grandes villes, a été remise à l'ordre du jour par le vote récent du Conseil municipal de Paris, adoptant un transport plus perfectionné et le traitement, par broyage, des ordures ménagères de dix arrondissements. M. A. Livache, dans une étude publiée par le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de mai 1900, examine cette question sous ses différents aspects.

Au point de vue de la collecte et de l'évacuation à adopter, l'auteur rappelle le projet de M. Vincey [1]. Examinant ensuite les diverses méthodes de traitement des ordures ménagères, il en montre les avantages et les inconvénients.

L'utilisation agricole, sans traitement préalable, semble à M. Livache, constituer un danger au point de vue de l'hygiène, sans parler des frais élevés de transport et de chargement et des matières stériles ou nuisibles introduites dans le sol.

Une intéressante tentative de M. Pioger, consiste à soumettre les ordures ménagères, avant leur emploi, à un broyage et à une trituration. La matière, ainsi traitée, à Saint-Ouen, est vendue 3 francs les 1 000 kilogr. et la demande en est considérable. M. Livache craint que ce traitement, fait sur une plus grande échelle, n'évite pas les inconvénients résultant de l'encombrement et d'un séjour prolongé.

Les deux seules solutions satisfaisant l'hygiéniste, sont : l'incinération et le traitement par la vapeur sous pression; mais la première, bien qu'étudiée de façon remarquable par M. Lauriol [2], prive l'agriculture d'un important appoint de matières fertilisantes. Diverses utilisations de la matière traitée par ce mode, notamment celle de la chaleur pour la production de l'électricité, seraient, dans certains cas, assez rémunératrices, s'il n'y avait à tenir compte de l'usure rapide des chaudières, de réparations fréquentes des fours, de l'irrégularité de la combustion, etc.

Le traitement par la vapeur sous pression semble seul, à l'auteur, concilier les exigences de l'agriculteur et de l'hygiéniste. Il permet d'obtenir une poudre sèche, inodore, d'un transport et d'une conservation faciles, dont la valeur est de 43 fr. 80 la tonne et qui a l'avantage d'enrichir le sol en humus; il facilite également la récupération de la matière grasse, représentant une valeur sérieuse. Ce procédé employé à Philadelphie, New-York et Brooklyn permet de traiter dans les 24 heures la production journalière totale d'ordures ménagères de ces villes, dépassant 1 200 tonnes par jour. Parmi les nombreux appareils employant la vapeur sous pression, M. Livache estime que ceux du procédé Arnold sont les plus avantageux.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 6, p. 107.
[2] Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 12, p. 188.

### MÉCANIQUE

**Les installations mécaniques dans les brasseries.** — M. H. Hempel, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* des 21 et 28 juillet, passe en revue les derniers perfectionnements apportés aux diverses machines employées pour la fabrication de la bière.

Il décrit successivement quelques machines à vaguer, des moulins à malt, les appareils Schmitz pour la cuisson du moût et les installations pour sa réfrigération.

**Nouveaux appareils transporteurs pour minerais et charbons.** — Dans les numéros du *Stahl und Eisen* du 15 mai au 1er août, M. Frahm fait une étude complète de tous les appareils nouveaux employés soit dans les ports, soit dans les installations minières, soit dans les usines métallurgiques, pour la manutention, le débarquement et le transport des charbons et des différentes sortes de minerais. Cette étude fait tout d'abord une classification des appareils, à la description détaillée desquels elle s'attache ensuite. Elle contient une appréciation de la capacité de transport de chacun des engins décrits.

### MINES

**Les gisements des minerais de cuivre.** — M. Léon Demaret, Ingénieur des Mines, à Mons (Belgique), étudie, dans la *Revue universelle des Mines*, de juin 1900, les différents gisements de minerais de cuivre, répartis dans le monde entier. Après avoir donné un tableau des minerais rencontrés et une classification géologique des gîtes, l'auteur indique la répartition de ces minerais en profondeur; il dit également quelques mots sur leur exploitation rationnelle, sur leur préparation mécanique et sur leur teneur en cuivre. M. Demaret passe ensuite successivement en revue les gisements de cuivre des États-Unis, de l'Espagne, du Chili, de la Bolivie, du Pérou, du Japon, de l'Allemagne, de l'Australie de la Nouvelle-Calédonie, du Mexique, du Canada, de la Colonie du Cap, de Russie, de l'Italie, de Terre-Neuve, de Suède et Norwège, d'Autriche-Hongrie, d'Angleterre, de la République Argentine, de l'Algérie, du Zoulouland, des Iles Philippines, de la Turquie, de la Bulgarie, du Congo et de la Chine.

Il résume dans le tableau suivant la production du cuivre de 1800 à 1899 inclus :

| | | |
|---|---|---|
| États-Unis d'Amérique . . . . . . | 2.725.600 | tonnes. |
| Chili, Bolivie et Pérou . . . . . . | 1.870.600 | — |
| Espagne et Portugal . . . . . . . | 1.189.700 | — |
| Autres pays . . . . . . . . . . . | 860.400 | — |
| Angleterre. . . . . . . . . . . . | 855.800 | — |
| Allemagne, Suède et Norwège . . . | 611.600 | — |
| Australie. . . . . . . . . . . . | 443.800 | — |
| Japon . . . . . . . . . . . . . | 292.600 | — |
| Total. . . . . . . | 8.850.000 | tonnes. |

La *permanence des grands gisements*, dont plusieurs ont été entamés depuis plusieurs siècles, est tout à fait remarquable; on estime que le tiers de la production du monde, durant le siècle, a été fourni par des mines ouvertes antérieurement à 1800.

Bien que des gisements soient en exploitation dans presque toutes les parties du monde, en 1898, trois mines, celles de Anaconda, de Calumet et Hecla et de Rio-Tinto, ont extrait 28 % de la production totale du globe et huit mines 50 % de cette production.

M. Demaret termine par quelques renseignements sur les prix du cuivre et sur son remplacement par l'aluminium, dans les canalisations électriques. Actuellement, 50 % de la production du cuivre sont absorbés par l'électricité.

**L'École des Mines de Saint-Étienne.** — D'après le décret du 18 juillet 1890, l'École des Mines de Saint-Étienne, créée en 1816, a pour but de former des Ingénieurs et Directeurs d'exploitations de mines et d'usines métallurgiques. M. Babu, Ingénieur au corps des Mines, Directeur-adjoint de cette École, expose, dans une notice historique publiée par le *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale* (11e livraison de 1900) les transformations successives subies par l'ancienne « École des Mineurs » actuellement devenue l' « École des Mines ».

Après avoir montré les changements et les progrès accomplis dans cette école, l'auteur considère successivement dans ses transformations, les périodes nettement caractérisées et distinctes les unes des autres : 1° création de l'École des Mineurs; 2° première organisation de l'École; 3° l'École jusqu'en 1831; 4° l'École sous le régime des actes de 1831; 5° l'École des Mines après le décret de 1890; 6° l'École des Mines à l'époque actuelle.

Dans chaque période, M. Babu, au lieu d'adopter l'ordre simplement chronologique, a cherché à suivre les modifications successives de l'admission, de l'enseignement, du professorat, etc. Il s'est d'ailleurs aidé dans sa tâche, de la remarquable *Notice historique de l'École des Mines de Paris*, de M. l'Inspecteur général Aguillon et de celle, sur l'École de Saint-Étienne, que M. Lebreton a présentée en 1897 au Congrès de l'Association pour l'avancement des sciences.

### PHYSIQUE INDUSTRIELLE

**Emploi des lampes Washington à la Compagnie du Nord.** — La Compagnie belge « Washington » exploite un nouveau système de lampe à incandescence, par le pétrole, d'un très grand pouvoir éclairant et qui a son emploi tout indiqué dans les chemins de fer, notamment pour l'éclairage de grands espaces, ainsi que des gares dépourvues de gaz ou d'électricité.

Ce système est basé sur le même principe que celui des brûleurs au pétrole de la Compagnie Washington lighting de New-York [1], mais avec quelques modifications heureuses, concernant surtout les becs de forte puissance.

D'après la *Revue générale des Chemins de fer* de juillet, la Compagnie du Nord va étendre l'usage des lampes Washington sur son réseau, à la suite des excellents résultats qu'elle en a obtenus l'hiver dernier. Des manchons Auer, au nombre de deux ou trois par appareil, sont portés à l'incandescence par la combustion d'un jet de pétrole réduit en vapeur. Le comburant est de l'air chaud aspiré par une petite tuyère faisant partie du gazéificateur. Le pétrole est emmagasiné dans un réservoir à air comprimé sous la pression de 2 à 3 kilogr.; il est refoulé dans un tube de cuivre n'ayant qu'un à deux millimètres de diamètre intérieur et de là, il se rend dans un récupérateur de chaleur où il se vaporise et se mélange à l'air chaud. Un bec de trois manchons a une intensité lumineuse comparable à celle d'une lampe à arc de 12 à 14 ampères.

Ce mode d'éclairage peut rendre de précieux services pour suppléer les lampes électriques privées momentanément de courant, car il n'exige aucune installation permanente et il est relativement peu coûteux.

**De l'épuration des eaux ferrugineuses.** — M. G. Oesten, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 28 juillet, expose une méthode générale et décrit quelques appareils pour débarrasser les eaux de source du fer qu'elles contiennent souvent en grandes quantités.

La méthode déjà connue consiste à faire tomber l'eau en pluie, d'une grande hauteur, dans un bassin à la partie inférieure duquel se trouvent disposées des couches filtrantes de sable. Le protoxyde de fer contenu dans l'eau s'oxyde au contact de l'air et se transforme en oxyde insoluble qui est retenu dans le filtre de sable. L'auteur insiste en particulier sur cette dernière opération de la filtration et décrit les installations récemment faites en Allemagne pour l'alimentation en eau des villes de Freienwalde, Stade, Gumbinnen, Insterburg et Mittweida.

Dans le cas où la précipitation de l'oxyde de fer est difficile par suite des combinaisons dans lesquelles il peut être entré, l'auteur préconise l'emploi de l'ozone actuellement fabriqué dans l'industrie assez économiquement, et qui peut être envoyé en masse assez abondante, sous forme d'air ozonisé, par un ventilateur, en sens inverse de l'eau qui tombe en pluie. Cette action énergique de l'ozone oxyde le fer et les substances organiques, et stérilise en même temps l'eau. Une installation de ce genre sera prochainement faite dans un grand hôpital de Berlin, actuellement en construction. Son débit sera de 150 mètres cubes à l'heure.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 24, p. 393.

### TRAMWAYS

**Nouvelles installations de traction par l'air comprimé à Paris.** — Trois Compagnies se partagent à Paris le monopole des transports en commun par voitures publiques : celle des Tramways de Paris et du département de la Seine, la Compagnie générale parisienne de Tramways et la Compagnie générale des Omnibus. Les deux premières ont adopté la solution électrique dans l'application de la traction mécanique sur leurs lignes, en vue de l'Exposition de 1900. La dernière a mis simultanément en service des tramways à accumulateurs électriques, à vapeur et à air comprimé. C'est à ce dernier fluide moteur qu'elle a donné la préférence, lorsqu'il s'est agi de supprimer la traction par chevaux sur les lignes de Passy-Hôtel de Ville, Muette-Rue Taitbout, Montrouge-Gare de l'Est, Auteuil-Madeleine, et de remplacer les automotrices Rowan par un système plus perfectionné entre le Louvre et Saint-Cloud, Auteuil et Boulogne. La *Revue générale des Chemins de fer* donne quelques indications concernant les longueurs, le profil et les fréquences des départs sur chacune de ces lignes. On y trouve aussi la description des installations mécaniques destinées à la production de la force motrice, celle des canalisations d'air et des postes de chargement, enfin des dépôts pour remiser les voitures.

Une usine centrale aérogène d'une puissance de 5000 à 7000 chevaux a été établie à Billancourt. Elle comprend : 1° seize chaudières, timbrées à 12 kilogr., ayant chacune 210 mètres carrés de surface de chauffe; 2° sept compresseurs d'air à trois cascades actionnés par des moteurs à vapeur horizontaux à triple expansion. La pression de l'air dans les réservoirs-accumulateurs varie de 80 à 100 kilogr. par millimètre carré. Les canalisations sont au nombre de deux : l'une dessert les lignes de Louvre-Saint-Cloud, Auteuil-Madeleine, Passy-Hôtel de Ville, Muette-Rue Taitbout; l'autre alimente la ligne Montrouge-Gare de l'Est; les conduites sont en acier soudé; leur diamètre varie de 50 à 100 millimètres. On a diminué autant que possible le nombre des joints, qui sont des causes de fuites; la longueur de chaque tuyau est de 19m50.

Le matériel roulant à air comprimé comprend 148 voitures automotrices à impériale comportant 52 places. Les moteurs possèdent une distribution Bonnefond qui permet de pousser la détente notablement plus loin qu'avec le mécanisme Walschaert. Le réchauffage de l'air se fait non plus avec de la vapeur, mais au moyen de bouillottes chauffées au coke. Chaque voiture est pourvue d'une batterie de huit accumulateurs d'air d'une capacité totale de 2500 litres, suffisante pour un parcours moyen de 12 kilomètres au minimum. Ces réservoirs timbrés à 80 kilogr., sont essayés à 107. Mentionnons en dernier lieu que les postes de chargement ont été établis de manière à abréger le plus possible la durée des arrêts et du stationnement aux points terminus; cette durée n'excède pas trois minutes, lorsqu'il y a lieu de recharger les accumulateurs.

### DIVERS

**De la conservation des bois.** — Le *Bulletin du Congrès des Chemins de fer* de juillet contient une importante étude concernant les meilleurs procédés de conservation des bois, et notamment des traverses de chemins de fer, ainsi que diverses considérations relatives à la durée de service de ces dernières, à leur prix de revient et leur résistance comparatifs sur les divers réseaux d'Europe et d'Amérique qui emploient le bois pour l'établissement de leurs voies ferrées.

Pour préserver les poteaux télégraphiques de la pourriture, on se sert généralement des injections de créosote ou de sulfate de cuivre. Quelques compagnies de chemins de fer cherchent à protéger le bois qui constitue les caisses de véhicules, soit en l'enduisant de goudron végétal, de minium de plomb, de silicate, de peinture à l'amiante ou au lait de chaux, soit en l'injectant de phosphate d'ammoniaque, de créosote ou de chlorure de zinc. Ces trois derniers procédés présentent évidemment une supériorité sur ceux qui consistent à badigeonner seulement la surface extérieure des bois d'une matière préservatrice, mais ils sont généralement plus coûteux.

Les essences employées actuellement pour la confection des traverses sont : le chêne, le mélèze, le sapin, le pin et le hêtre. La moitié environ des Administrations de chemins de fer n'a recours à aucun moyen de préservation des traverses, les autres Compagnies se servent de chlorure de zinc et surtout de créosote, rarement de sulfate de cuivre. Le produit antiseptique est introduit dans le tissu ligneux soit sous une pression de 6 à 12 atmosphères, soit en vase clos vide, soit par la thermo-carbonisation.

D'après les expériences poursuivies jusqu'à présent par les diverses Compagnies de chemins de fer, il semble que les traverses dont la durée serait la plus grande soient celles en hêtre créosoté qui, en moyenne, ne sont retirées du service qu'au bout de 30 ans.

## Ouvrages récemment parus.

**Usine de Chèvres.** — *Notice historique et descriptive des travaux exécutés par la ville de Genève de 1893 à 1899*, sous la direction de M. Th. Turrettini. — Un volume in-4° de 122 pages et 40 planches hors texte. — Georg et Cie, éditeurs, Genève et Bâle. — Prix : 20 francs.

La ville de Genève vient de publier une intéressante notice sur les travaux qu'elle a récemment exécutés sur le Rhône, en vue de créer une importante usine hydro-électrique. Cette usine, située à Chèvres, à 7700 mètres du confluent de l'Arve et du Rhône, est capable de fournir une puissance d'environ 13000 chevaux, destinée à être distribuée sous forme de courant électrique, soit dans l'intérieur de la ville de Genève, soit dans les environs. Elle est constituée par un barrage sur le Rhône, créant une chute variant de 8m50 en basses eaux à 4m30 en hautes eaux ordinaires, et par une série de turbines actionnant 14 alternateurs à courant biphasé et une dynamo à courant continu.

Une des particularités les plus remarquables de cette usine est la disposition adoptée pour remédier aux variations de la hauteur de chute, variations qui se produisent d'ailleurs en sens contraire de celles du débit, de sorte que la puissance reste en quelque sorte constante ou du moins ne varie que dans des limites assez restreintes. Chaque unité motrice se compose de deux turbines surperposées et collées sur le même arbre vertical. Durant les basses eaux d'hiver alors que la chute est maximum et le débit minimum, la turbine inférieure est seule en service, tandis qu'au contraire, en hautes eaux, les deux turbines fonctionnent simultanément et l'accroissement du débit utilisé compense, au moins en grande partie, la réduction de chute déterminée par la surélévation du niveau en aval du barrage.

L'ensemble des dépenses nécessitées pour la création de cette usine et pour l'établissement des lignes de transport d'énergie électrique s'est élevé à environ 8500000 francs.

L'ouvrage publié par la ville de Genève sur cette usine, contient non seulement de nombreux détails sur les travaux exécutés, mais encore des renseignements très intéressants sur les conditions dans lesquelles un aussi vaste projet a été élaboré et mis à exécution. La préface en a été rédigée par M. Turrettini, l'éminent Ingénieur universellement connu, qui a dirigé ces importants travaux en qualité de Conseiller administratif de la ville de Genève.

**Réforme de l'enseignement de la Physique en ce qui concerne le parallélogramme des forces et la théorie de l'attraction**, par le prince Grigori Stourdza. — Une brochure in-8° de 86 pages avec figures. — Imprimerie de la Cour d'appel, Paris. — Prix : 2 francs.

Cette brochure ne renferme que deux chapitres d'un ouvrage beaucoup plus important écrit par le même auteur sur : *Les lois fondamentales de l'univers* [1].

Dans le premier de ces chapitres, l'auteur s'attache à démontrer que d'après les méthodes actuellement usitées on commet deux erreurs dans la composition et la décomposition des forces. D'après lui, la résultante ne serait pas, dans tous les cas, égale à la diagonale du parallélogramme des forces.

Dans le second chapitre, il fait une nouvelle théorie de la gravitation.

(1) Baudry et Cie, éditeurs, Paris.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 20. N° 953. Samedi 15 Septembre 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE : **Exposition de 1900** : Les transports électriques de l'Exposition : Chemin de fer électrique et Plate-forme mobile *(planche XXX)*, p. 353; Alfred Boudon ; — Les aciers moulés à l'Exposition de 1900, p. 358; A. Abraham ; — Les locomotives à l'Exposition de 1900. Locomotive compound à 2 cylindres et à 4/5 essieux accouplés, construite par la Compagnie de Fives-Lille, p. 361 ; F. Barbier. — **Constructions navales** : Drague marine à godets, à succion et à refoulement, p. 362. — **Variétés** : Des courants dérivés dans le sol, sur les lignes de tramways électriques à retour de courant par les rails, p. 365; — Nouvel appareil de levage pneumatique, p. 365. Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences (3 septembre 1900), p. 366. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 366. — Ouvrages récemment parus, p. 368.

*Planche XXX :* Chemin de fer électrique de l'Exposition de 1900.

## EXPOSITION DE 1900

### LES TRANSPORTS ÉLECTRIQUES DE L'EXPOSITION
**Chemin de fer électrique et Plate-forme mobile.**
*(Planche XXX.)*

Le grand développement et la forme spéciale de l'emplacement de l'Exposition de 1900 ont amené ses organisateurs à adopter des moyens de transport tout différents de ceux employés en 1889.

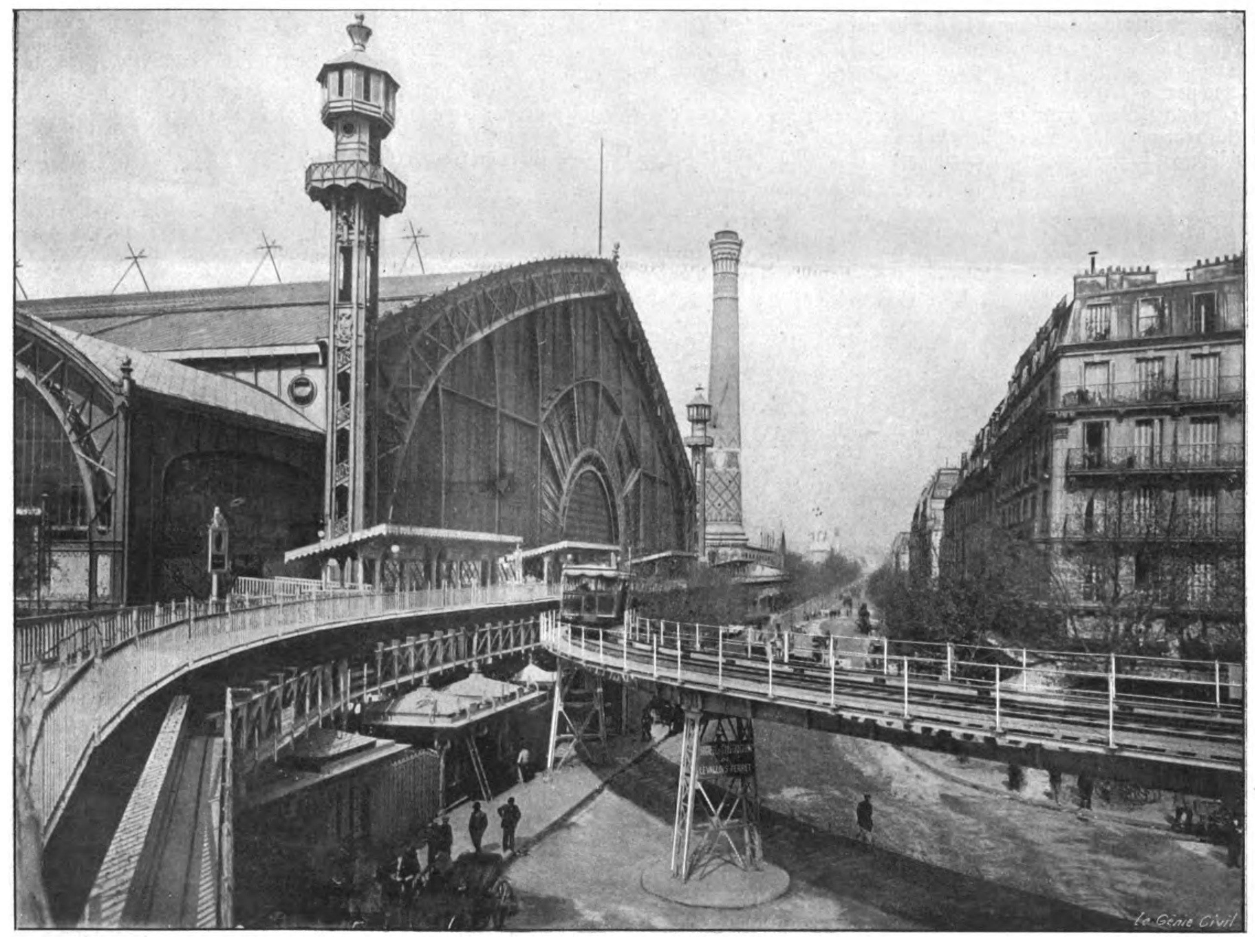


Fig. 1. — Chemin de fer électrique de l'Exposition : Passage en viaduc du carrefour de l'École militaire.

Tandis que l'Exposition de 1889 comportait principalement deux centres d'attraction, le Champ-de-Mars et les Invalides, qu'il avait suffi de réunir par un chemin de fer Decauville, celle de 1900 présente entre ces deux points, sur les berges de la Seine, une série ininterrompue de palais, et enveloppe presque complètement tout un quartier de Paris. Il a paru, dès lors, plus logique de créer sur le pourtour intérieur trapézoïdal de l'enceinte de l'Exposition, une voie de communication rapide où circuleraient, dans les deux sens, des trains extrêmement rapprochés ou continus desservant les diverses parties de l'Exposition.

A la suite d'un concours dont le *Génie Civil* (1) a rendu compte en son temps, on sait que l'on adopta le projet dressé par M. de Mocomble, Ingénieur-constructeur, avec la collaboration technique de M. Henri Maréchal, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Ce projet comportait l'établissement simultané d'un chemin de fer électrique à voie unique et d'une plate-forme mobile électrique, à double vitesse, circulant en sens inverse.

La Compagnie des Transports électriques, substituée aux concessionnaires, a été chargée de l'étude complète et de l'exécution de ce projet.

I. Chemin de fer électrique. — Le chemin de fer électrique de l'Exposition, à voie unique, est d'un type encore peu répandu en

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 10, p. 150; t. XXXII, n° 10, p. 172 et t. XXXIII, n° 4, p. 64.

France : il est à prise de courant sur troisième rail latéral. Son parcours accidenté, tout le long duquel les viaducs succèdent aux parties de voie en tranchées ou à niveau, accuse encore son originalité (fig. 1, 8, 10, 22 à 24). Les trains se succèdent à de courts intervalles, toujours dans le même sens, longeant le quai d'Orsay en remontant la Seine.

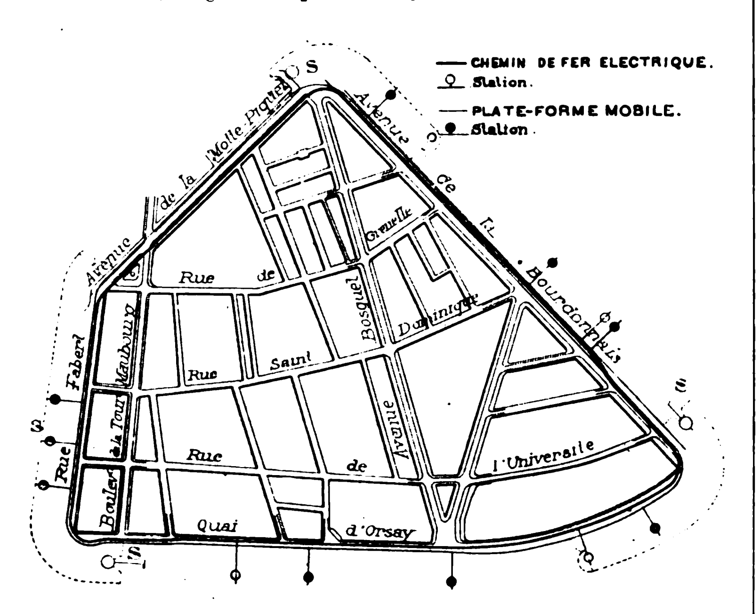



Fig. 2. — Tracé du Chemin de fer électrique et de la Plate-forme mobile.

Tracé. — Le chemin de fer électrique suit le parcours défini par le projet primitif (fig. 2). Il longe la rue Fabert, l'avenue de La Motte-Picquet, l'avenue de La Bourdonnais et le quai d'Orsay; son périmètre total est de 3 286 mètres. La plate-forme mobile suit d'ailleurs le même parcours.

Le profil en long du tracé est très mouvementé, à cause des obstacles rencontrés et des conditions imposées, savoir : laisser les voies publiques à la circulation; placer cinq gares convenablement réparties sur le trajet et en palier; avoir des courbes de 40 mètres de rayon au moins; avoir le minimum de travaux de transformation d'égout.

On a dû admettre des rampes et des pentes de 0m04 par mètre.

Par suite de ce profil accidenté, on a dû construire un certain nombre d'ouvrages d'art assez importants :

Un viaduc de plus de 800 mètres reliant l'Esplanade au Champ-de-Mars par la contre-allée de droite de l'avenue de La Motte-Picquet;

Une tranchée avec trois ponts en bois de 6 et 15 mètres au droit de la porte Rapp;

Un viaduc au carrefour du quai d'Orsay et de l'avenue de La Bourdonnais;

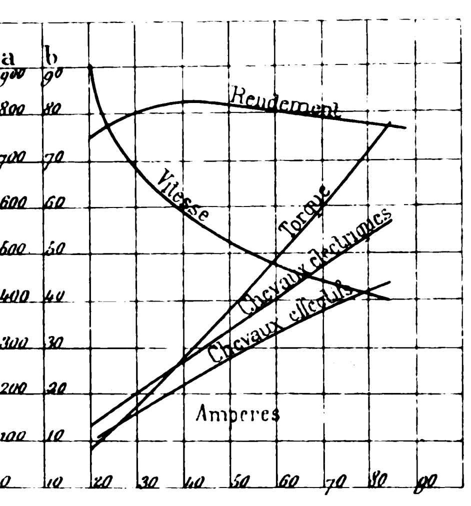
Une tranchée au droit du pont de l'Alma, recouverte sur 30 mètres par un pont pour voitures, prolongement du pont de l'Alma;

Un viaduc au carrefour du quai d'Orsay et de la rue Fabert.

Le tracé total donne environ :

| | | | |
|---|---|---|---|
| A niveau | 1 086 mètres | En remblai | 400 mètres |
| En tranchée | 400 — | En viaduc | 1 400 — |

Le chemin de fer passe, en certains points, notamment au Champ-de-Mars sous la plate-forme mobile.




Légende : *a*, tours par minute; — *b*, rendement en %; puissance en chevaux; torque en kilogr. à 1 mètre de rayon.

Fig. 6. — Courbes d'un moteur électrique de 31 chevaux sous 500 volts.

Viaducs. — Les viaducs (fig. 8 à 13, pl. XXX) sont constitués par deux poutres pleines en acier, hautes de 0m800, distantes de 1m26 et reliées entre elles par des contreventements. Elles sont portées par des palées métalliques distantes d'axe en axe de 15 mètres en moyenne; la portée des travées varie de 8m50 à 17 mètres. Le viaduc de l'avenue de La Motte-Picquet comporte 55 travées de 15 à 17 mètres de portée; celui du carrefour du quai d'Orsay et de l'avenue de La Bourdonnais en présente 23 de 11m90 à 16m45; enfin celui du carrefour du quai d'Orsay et de la rue Fabert en a 19 de 8m50 à 17 mètres.

Les piliers en treillis (fig. 8 à 12, pl. XXX) sont extrêmement simples et légers (fig. 7). Établis, en la plupart des points, sur les trottoirs des avenues où doit continuer la circulation du public, ils comportent en général (fig. 8, pl. XXX), sur leurs grandes faces, des baies plein-cintres, permettant le passage des piétons. En d'autres points, par exemple sur les refuges des carrefours, les quatre faces des pylônes sont pourvues de contreventements diagonaux sur toute leur hauteur (fig. 11, pl. XXX).

Sur les poutres du viaduc repose la voie (fig. 13, pl. XXX), par l'intermédiaire de traverses en bois. Des chemins de service, disposés

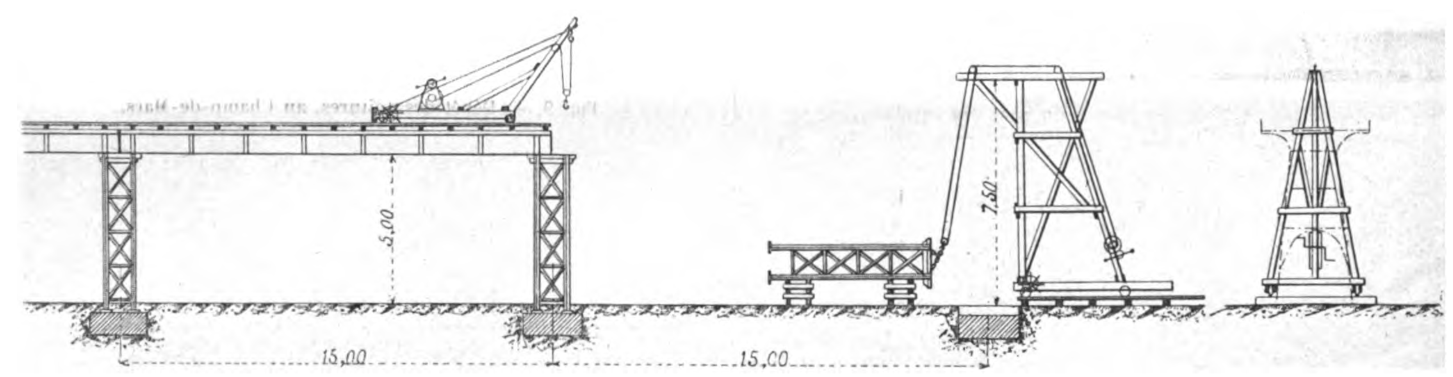



Fig. 3 et 4. — Mise en place d'une palée.

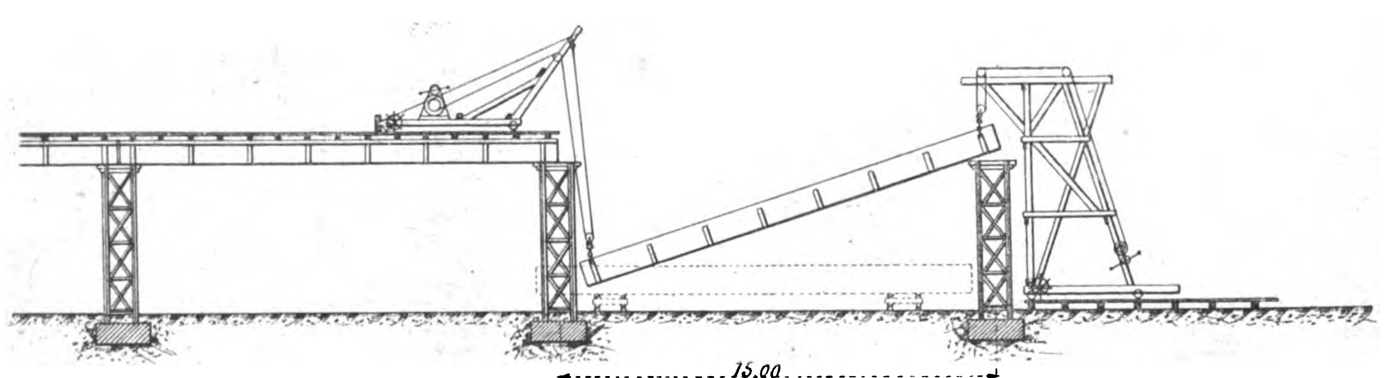



Fig. 5. — Mise en place des poutres d'une travée.

Fig. 3 à 5. — Montage des viaducs du Chemin de fer électrique.

en encorbellement (fig. 8 et 11, pl. XXX), des deux côtés du viaduc, sont réservés au personnel de surveillance de la voie.

Dans les parties courbes, les poutres ont un écartement plus grand que dans la ligne droite, soit 1m65. La voie ne porte plus directement sur les poutres principales; elle repose sur des longerons qui épousent la courbe et s'attachent sur des pièces de pont.

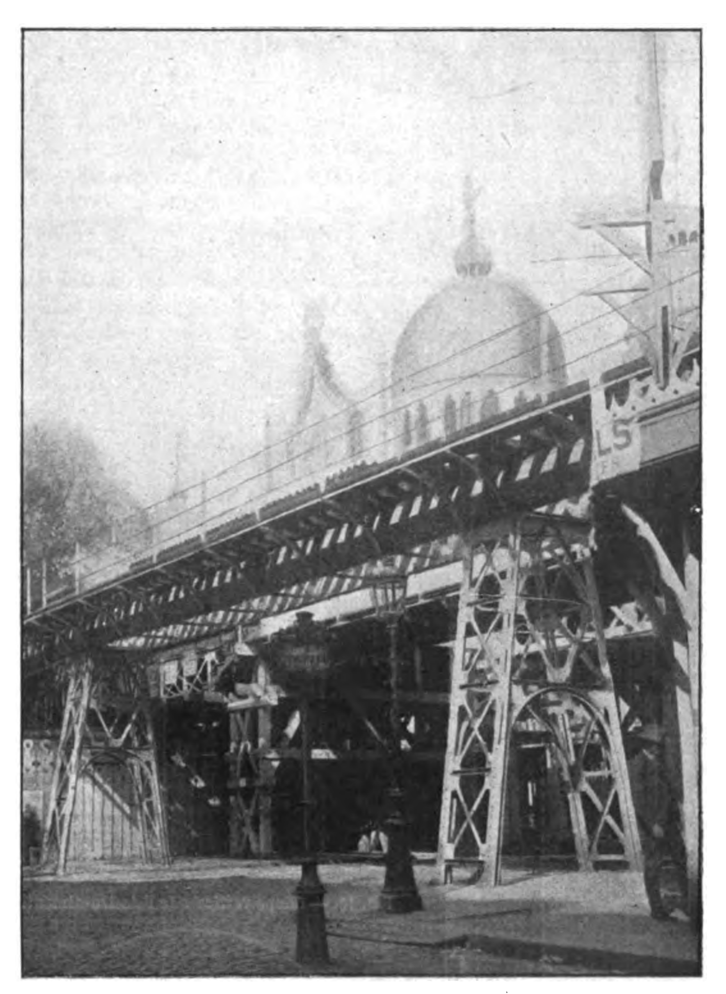




Fig. 7. — Viaduc à l'extrémité du pont des Invalides.

Les travées du tablier sont boulonnées sur les palées, et les trous de ces boulons sont ovalisés d'un côté des poutres pour permettre les dilatations.

*Montage des viaducs.* — L'étude, la construction et le montage des viaducs du chemin de fer électrique ont été confiés à la Société de constructions de Levallois-Perret.



Fig. 8. — Viaduc du carrefour de l'École militaire.

Nous signalerons simplement la méthode employée pour la mise en place des viaducs, qui a été faite à l'avancement, pour éviter tout échafaudage encombrant sur la voie publique (fig. 3 à 5).

La première travée étant montée par les moyens ordinaires, on commence par préparer une série d'assises en béton pour les piliers voisins et l'on amène le premier pilier complètement monté et couché sur des supports. On le soulève, par son extrémité supérieure, au moyen d'une grue circulant sur une voie provisoire au niveau du sol. La grue amène ensuite au-dessus de son assise en béton le pilier ainsi soulevé, qu'il suffit alors de descendre et de sceller sur son socle.

Le montage des travées s'est effectué de la même manière, les caissons du viaduc étant préalablement montés entièrement sur le sol,

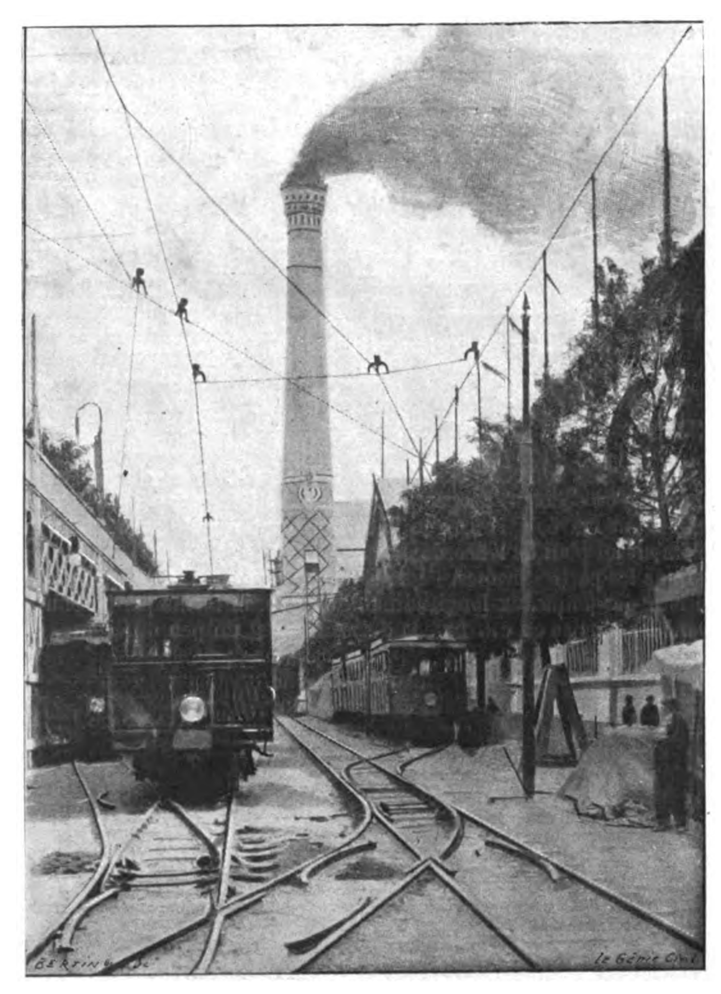


Fig. 9. — Dépôt des voitures, au Champ-de-Mars.

au-dessous de leur emplacement définitif. La grue précédemment définie soulève l'une des extrémités de la poutre à une certaine hauteur, tandis que la deuxième extrémité est soulevée de la même façon par une seconde grue se déplaçant sur une voie provisoire établie sur la partie déjà mise en place du viaduc (fig. 5).

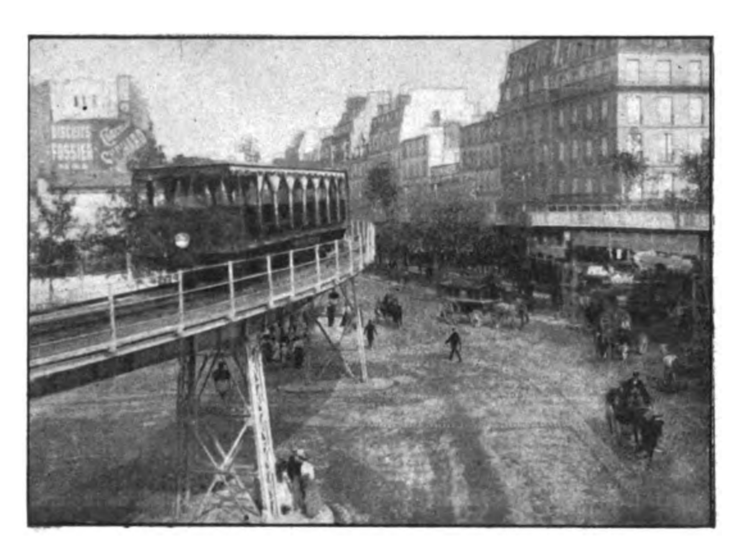


Fig. 10. — Viaduc de l'avenue de La Motte-Picquet.

Ce procédé a permis de monter rapidement sans échafaudages toutes les travées du viaduc. Le poids moyen de chacune de ces travées était de 6 tonnes.

*Tranchées et ponts.* — Les murs de soutènement, dans les tranchées, sont discontinus et remplacés, près des racines des arbres, par des coffrages en bois.

Les ponts en bois de la porte Rapp ont été calculés pour une charge de 600 kilogr. par mètre carré. Celui du carrefour Rapp-Bosquet a été calculé comme un pont-route.

*Voie.* — La voie, qui a été établie par la Compagnie générale de traction, est de 1 mètre de largeur entre les bords intérieurs des rails. Ceux-ci, du type Vignole (fig. 6 et 7, pl. XXX), en acier, pèsent 25 kilogr. par mètre et sont éclissés tous les 12 mètres. Ils sont fixés sur des traverses en chêne, posées sur le ballast et distantes de 0m 30 d'axe en axe ou, sur le viaduc, boulonnées sur les poutres et distantes

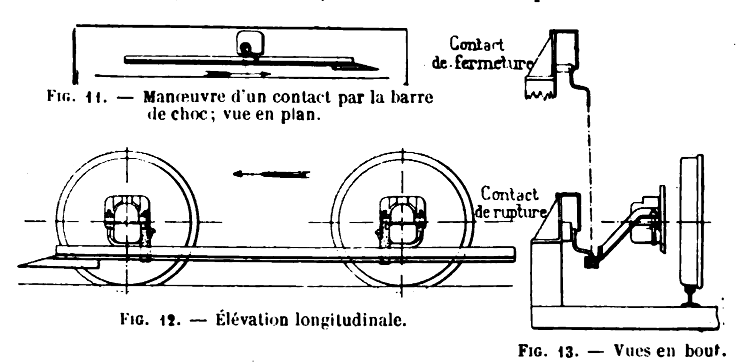



Fig. 11. — Manœuvre d'un contact par la barre de choc; vue en plan.

Fig. 12. — Élévation longitudinale.

Fig. 13. — Vues en bout.

Fig. 11 à 13. — Disposition de la barre de choc.

de 0m 50. Les traverses (fig. 13, pl. XXX) sont, dans chaque travée, disposées en échelon, perpendiculairement à l'axe des poutres. Le passage d'une travée à l'autre se fait par deux traverses jumelées parallèlement au plan de raccordement.

Dans les parties droites, l'aplomb des rails tombe légèrement à l'intérieur des panneaux longitudinaux du caisson formé par les poutres. Dans les parties en courbes, la disposition est un peu différente, et le

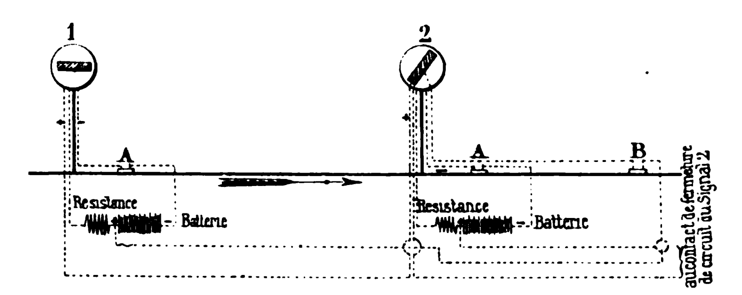



Fig. 14. — Diagramme de la connexion des signaux.

dévers de la voie, vers la concavité, est obtenu en surélevant le rail extérieur au moyen de pièces de bois (fig. 11, pl. XXX). Le rail latéral (fig. 6 et 7, pl. XXX), qui sert de conducteur électrique, est du même type que les autres. Afin d'éviter tout accident, ce rail est placé en dehors de la voie, du côté opposé aux quais d'embarquement, de façon que les voyageurs ne risquent pas de le toucher accidentellement. Pour obtenir un isolement suffisant de ce troisième rail, on l'a tirefonné

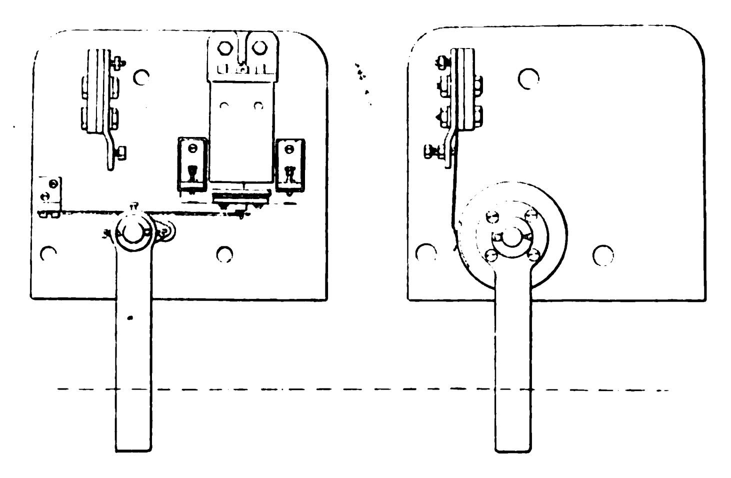


Fig. 15. — Contact de fermeture.

Fig. 16. — Contact de rupture.

Fig. 15 et 16. — Élévation des contacts.

sur des pièces de bois paraffinées, fixées sur les traverses. Les éclisses des joints sont en acier; quant à l'éclissage électrique, il est réalisé au moyen de joints Columbia, par des fils en cuivre rivés dans l'âme.

Le ballast de la voie a 0m 30 de hauteur et 2 mètres de largeur en couronne.

Matériel roulant. — Le matériel roulant est constitué par 9 voitures motrices et 18 voitures remorquées. Il a été construit par la Société franco-belge et équipé de moteurs Westinghouse et de freins à air comprimé, système Soulerin.

Les voitures motrices (fig. 1 à 7, pl. XXX) sont à bogies; elles ont une longueur de 12m 50 et une largeur de 2m 30. Les voitures remorquées sont également à bogies, d'un type employé sur les chemins de fer vicinaux belges; elles n'ont que 9m 30 de longueur. Les voitures motrices comportent 46 places assises et peuvent transporter 82 personnes. Les voitures remorquées peuvent en contenir 62. Les voitures motrices sont à deux bogies et quatre moteurs, tandis que les voitures remorquées n'ont que deux essieux.

L'entrée et la sortie des voyageurs peuvent s'effectuer rapidement, grâce aux passages multiples qui existent du côté des quais d'embarquement. Du côté opposé court, sur toute la longueur, une banquette. Les voitures sont pourvues d'une toiture et ouvertes de tous côtés, sauf à l'avant qui est fermé par une glace sans tain.

Chaque train comprend une voiture motrice et deux voitures remorquées, ce qui donne en tout 206 places disponibles. Au point de vue des attelages, il convient de signaler qu'en raison des courbes très prononcées du tracé, les voitures sont munies d'un seul tampon central à chaque extrémité (fig. 2, pl. XXX).

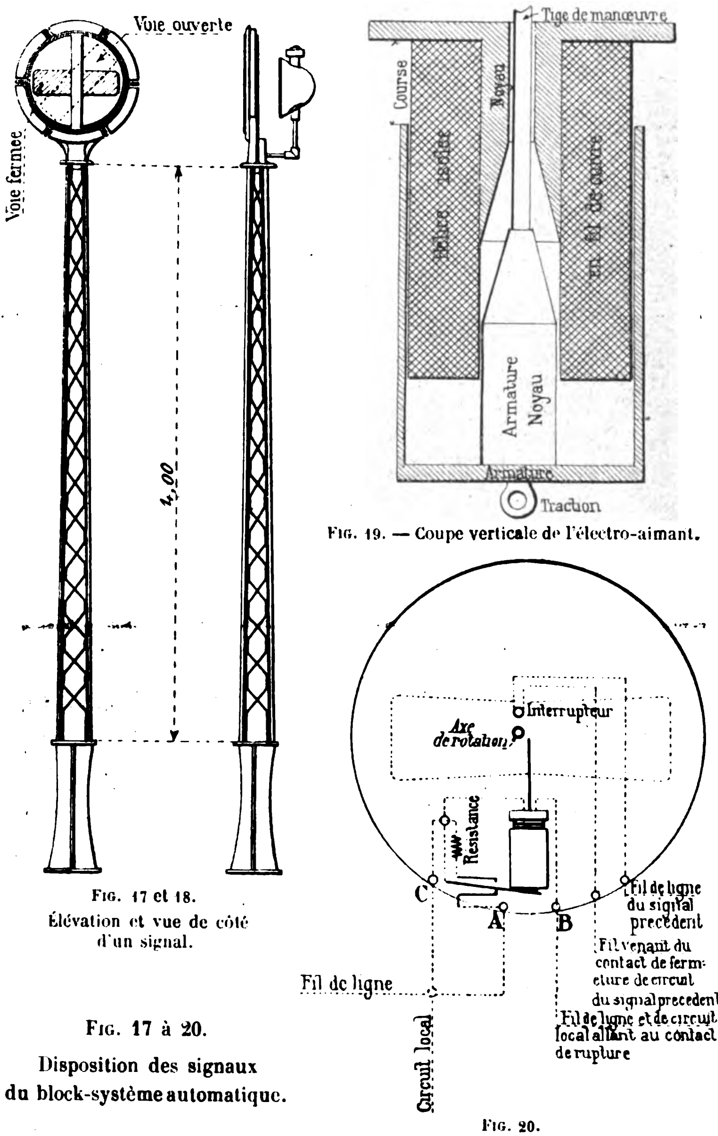



Fig. 17 et 18. Élévation et vue de côté d'un signal.

Fig. 19. — Coupe verticale de l'électro-aimant.

Fig. 20. Diagrammes des fils et de la manœuvre d'un disque.

Fig. 17 à 20. Disposition des signaux du block-système automatique.

*Équipement électrique des voitures.* — Les voitures automotrices ont été équipées par la Compagnie générale de traction. Chacune d'elles est actionnée (fig. 3 à 5, pl. XXX) par quatre moteurs à courant continu de 35 chevaux. Ce sont des moteurs robustes, entièrement clos, du type courant des tramways. Ils sont à enroulements en série, à quatre pôles, à induit en tambour. La vitesse de rotation de ces moteurs est réduite par engrenages dans le rapport de 62 à 20.

Un contrôleur, du type *série parallèle*, permet différentes combinaisons des quatre moteurs pour les diverses vitesses.

La figure 6 reproduit des courbes se rapportant à un moteur semblable à celui des voitures, de 31 chevaux sous 500 volts. Le rendement en est de 83 %, pour un débit de 42 ampères. Ce rendement reste constamment supérieur à 75 % entre 20 et 85 ampères.

La prise de courant se fait, sur le rail latéral, au moyen d'un frotteur essentiellement formé (fig. 6 et 7, pl. XXX) d'un patin, dont la semelle est maintenue constamment au contact du rail, et qui est fixé au moyen de deux bielles à un support boulonné sous un longeron en bois. Le frotteur est relié au contrôleur par un fil conducteur. Les

voitures sont également pourvues d'un trolley à archet dont on ne fait usage que pour la manutention des véhicules au dépôt.

Une canalisation générale permet l'éclairage du train par des lampes à incandescence.

*Freinage.* — En dehors des freins de secours à main, placés sur toutes les voitures, on peut faire usage d'un frein à air comprimé système Soulerin (fig. 1 et 2, pl. XXX). Ce frein comprend un réservoir principal d'air comprimé, au milieu de la voiture, relié à un robinet de manœuvre, sous la main du conducteur. Au moyen de ce robinet, on peut faire communiquer la conduite générale H avec le réservoir principal ou avec l'atmosphère. De plus, un réservoir auxiliaire D peut, grâce à un distributeur automatique E, être mis en relation avec la conduite générale H ou avec le cylindre à freins C.

La conduite générale et le réservoir auxiliaire D sont constamment maintenus en charge. A la position de desserrage, une soupape à double clapet du distributeur E maintient le réservoir D isolé du cylindre à freins C. On serre à fond en mettant la conduite générale en relation avec l'atmosphère. Le réservoir D est alors isolé automatiquement de la conduite et mis en communication avec le cylindre à freins C. Le piston de celui-ci, sous l'action de l'air comprimé, et par l'intermédiaire d'un système de bielles, applique sur les bandages des roues les sabots de frein. Le desserrage s'effectue inversement, quand on rétablit la pression dans la conduite générale.

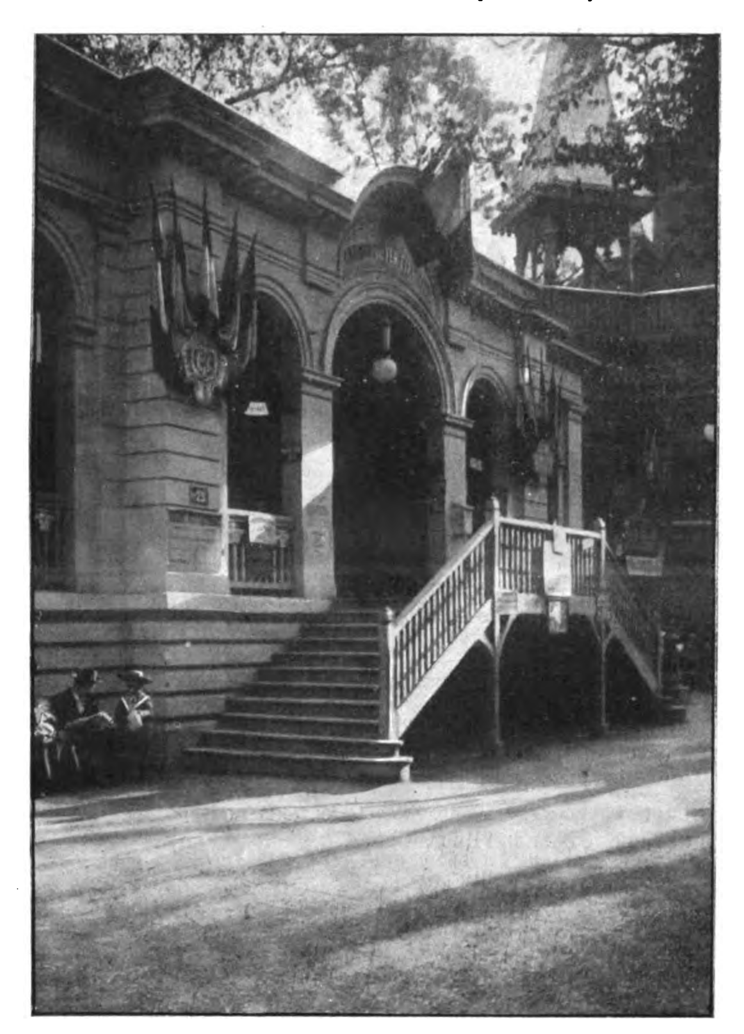


Fig. 21. — Station des Armées de terre et de mer, sur le quai d'Orsay.

Block-système automatique. — Aux quatre tournants du quadrilatère à côtés inégaux (fig. 2) que décrit le tracé du chemin de fer, sont placés des appareils automatiques de sécurité, système Timmis-Lavezzari, qui sont manœuvrés au passage des trains par une barre de choc fixée sur une des voitures (fig. 11 à 13).

Le block-système Timmis-Lavezzari fonctionne de la façon suivante :

Si l'on considère un train passant devant le signal 1, supposé ouvert (fig. 14), il rencontre un contact A, dit contact de fermeture. Celui-ci dans sa position normale ferme le circuit, mais, lorsque la barre de choc vient le frapper, il coupe le circuit et fait tomber le signal à la position de voie fermée.

Le train est dès lors protégé par un signal. Il continue sa route et arrivant au point A' ferme le signal 2 comme il a été dit pour le signal 1 : le train est, à ce moment, couvert par deux signaux. Un peu plus loin, il rencontre un troisième contact B, dit contact de fermeture du circuit, en relation avec le signal 1. A l'inverse des précédents, ce contact interrompt le circuit dans sa position normale et le ferme sous l'action de la barre de choc. Dès que le circuit du premier signal se trouve fermé, celui-ci se remet à voie ouverte.

La manœuvre du signal, par suite de l'ouverture ou de la fermeture du circuit, s'obtient au moyen d'un électro-aimant (fig. 19), dont le noyau a un évidement conique, et dont la partie mobile comprend une pièce centrale conique et une chappe enveloppant les enroulements de l'électro-aimant. Quand le circuit d'un signal se ferme, le noyau d'armature est attiré vers le haut, et la manœuvre s'opère par l'intermédiaire de la tige centrale qui traverse le noyau.

La barre de choc, placée sur l'une des voitures (fig. 11 à 13), a une longueur de 3 à 4 mètres. Elle est fixée aux boites à graisse par deux fers cornières. Les contacts (fig. 15 et 16) sont des commutateurs qui interrompent le courant ou ferment le circuit, suivant la position qu'ils occupent.

Chacun des contacts de rupture AA' (fig. 16) est formé par un disque épais, en matière isolante, dont une partie de la circonférence est munie d'une lame de laiton sur laquelle viennent appuyer deux lames de cuivre reliées chacune avec l'un des pôles du circuit. Sous l'action de la pesanteur le bras du contact reste vertical, le courant passe ; quand le levier est relevé par la barre de contact, le courant est interrompu.

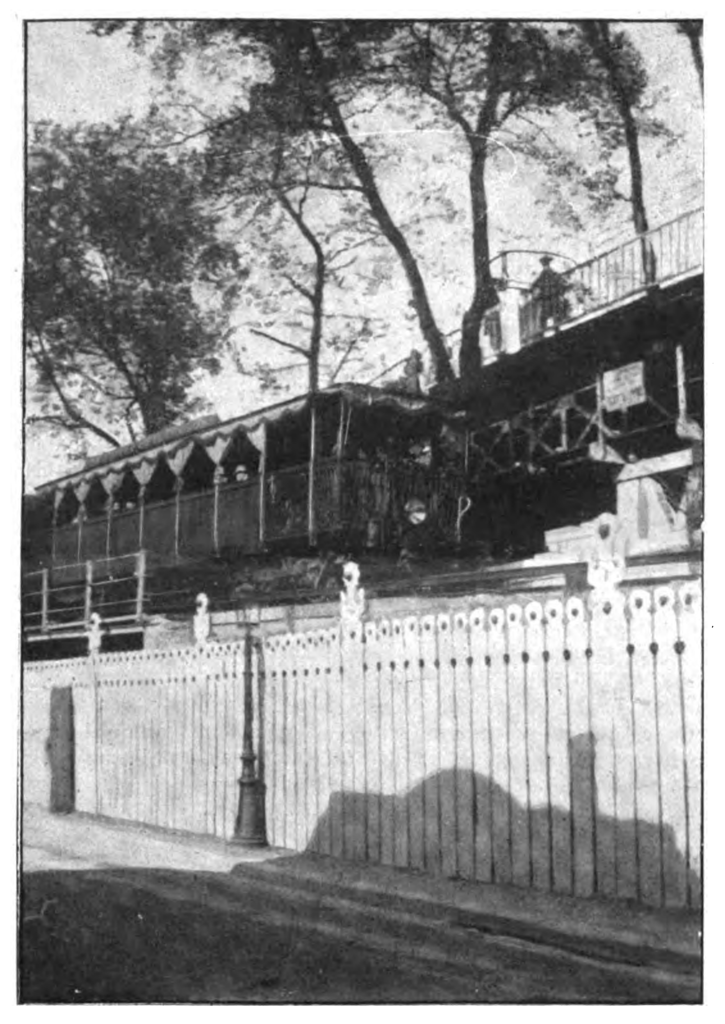


Fig. 22. — Croisement du Chemin de fer électrique et de la Plate-forme mobile, avenue de La Bourdonnais.

Il suffit, pour provoquer la chute du noyau de l'armature de l'électro-aimant, que le courant soit interrompu pendant très peu de temps.

Le contact de fermeture B (fig. 15) qui, au contraire, interrompt le circuit dans sa position normale, est pourvu d'un électro-aimant auxiliaire qui maintient la barre inclinée un temps suffisant pour que le signal 1 puisse indiquer de nouveau la voie ouverte ; le bras du contact retombe ensuite.

L'électro-aimant d'un signal est soumis dans ce système à deux courants d'intensité différente quoique n'ayant qu'une seule source, constituée pour chaque signal par cinq éléments d'accumulateurs du type Aigle. L'un de ces courants, dit *circuit de ligne*, passant par le contact B, est assez intense pour provoquer l'attraction de l'armature de l'électro-aimant ; le second courant, dit *circuit local*, qui traverse le contact A, est moins intense par suite de l'interposition d'une résistance ; il sert à maintenir l'armature de l'électro-aimant à sa position d'attraction.

En effet, la voie étant fermée (fig. 17 à 20), la masse mobile de l'électro-aimant est au bas de sa course ; aucun courant ne passe. Lorsque le circuit est fermé par le contact B, le courant arrive par la borne A, traverse une lame de ressort inférieure, une lame de ressort intermé-

diaire, pénètre dans l'électro-aimant et revient à la batterie en sortant par la borne B. A ce moment, le ressort intermédiaire suit le mouvement vertical de la partie mobile de l'électro-aimant; il entre en contact avec la lame supérieure, puis abandonne celle du bas. A partir de ce moment, le circuit local est établi à travers l'électro-aimant et, le circuit de ligne étant interrompu, le bras du contact B, retombe verticalement, par l'effet de la pesanteur.

La disposition ci-dessus décrite de deux signaux conjugués, n'existe qu'en un point du parcours à l'entrée et à la sortie de la rue Fabert (fig. 2). Aux autres angles du quadrilatère, on a disposé un seul signal, avec son contact de rupture et son contact de fermeture. Les contacts de fermeture sont disposés à 250 mètres environ après les tournants,

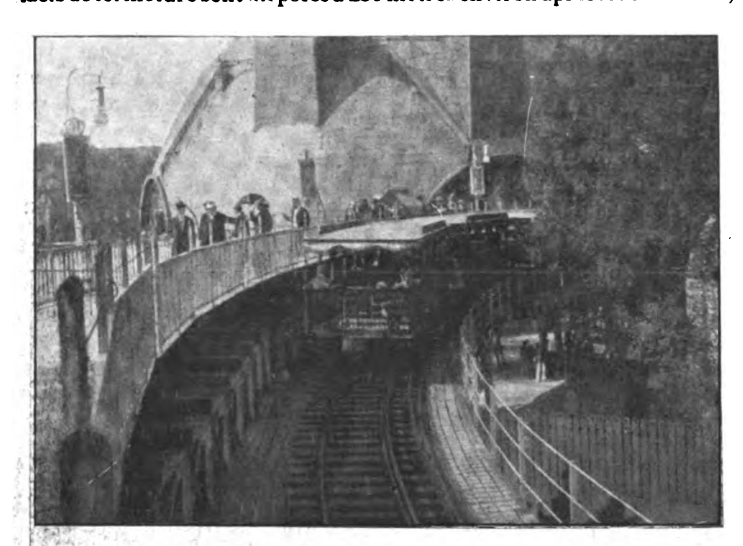


Fig. 23. — Partie de voie en pente, sur le quai d'Orsay.

tandis que les signaux sont placés à 30 mètres en avant. Les signaux employés dans cette application particulière du block-système Timmis-Lavezzari sont des appareils légers (fig. 17 et 18), formés d'un bras rectangulaire en étoffe transparente rouge, enfermée entre deux disques en verre. Le disque qui fait face au train est en verre blanc transparent, et celui qui est en arrière en verre blanc opaque, de manière que le bras rouge se distingue très nettement. La nuit, une lampe avec réflecteur éclaire les disques par transparence.

Exploitation. — *Gares.* — Cinq gares (fig. 21) sont réparties sur le trajet de la façon suivante :

Deux au Champ-de-Mars : *Parc du Champ-de-Mars; Château d'Eau.*
Deux au quai d'Orsay : *Armées de terre et de mer : Palais étrangers.*
Une aux Invalides : *Invalides.*

Ces gares comprennent une salle, où se trouvent les tourniquets et les bureaux de change, et un quai de 50 mètres de longueur à 0,850 au-dessus du rail.

*Dépôt.* — Un dépôt pour le garage et le nettoyage des voitures comprenant 400 mètres de voie est situé au Champ-de-Mars, à côté des bureaux de la Compagnie (fig. 9). Ce dépôt, relié à la voie principale par deux courbes de 15 mètres de rayon, comprend un atelier de réparations et une fosse de visite et de nettoyage des moteurs. Une ligne aérienne y remplace le troisième rail pour éviter tout accident.

*Alimentation électrique.* — La source d'énergie est la même que pour la plate-forme mobile; cette énergie se transforme dans une sous-station du quai d'Orsay que nous décrirons dans le prochain numéro. L'alimentation du rail latéral se fait au moyen d'un certain nombre de feeders, tandis que le courant de retour emprunte les rails de la voie, éclissés électriquement, comme le conducteur.

*Capacité de transport.* — Étant donné que le nombre de places par train est de 206 et que, d'autre part, il y a en moyenne, par jour de

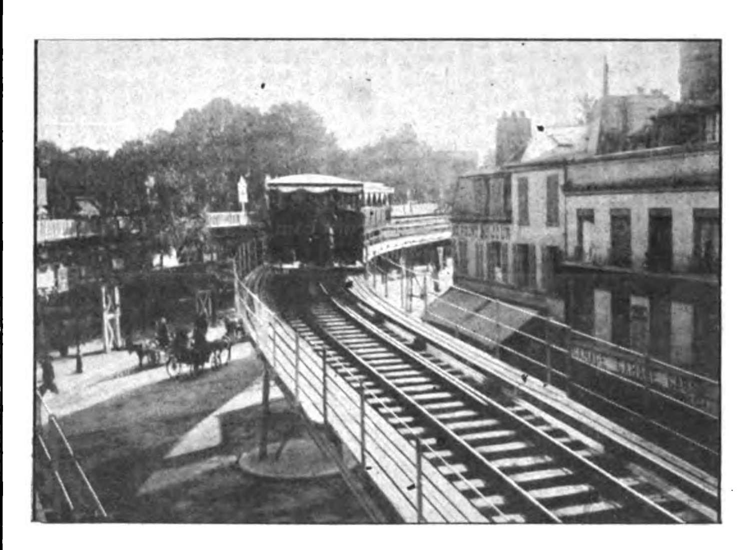


Fig. 24. — Voie en rampe, à l'extrémité de la rue Fabert.

semaine, 940 kilomètres-train et, le dimanche, 1 100, on peut estimer que le nombre de places disponibles par jour est de :

$\frac{940}{3,3} \times 206$, soit environ 60 000 places en semaine ;

$\frac{1\,100}{3,3} \times 206$, soit environ 70 000 places les dimanches et jours de fête ;

si l'on admet que chaque voyageur fasse un tour complet.

Il n'est pas sans intérêt de rapprocher ces chiffres de ceux relatifs au chemin de fer Decauville de 1889 ; cette comparaison peut être résumée simplement, de la façon suivante :

| | Exposition 1889. | Exposition 1900. |
|---|---|---|
| Trains par jour | 232 | 285 |
| Places par train | 145 | 206 |
| Places mises à la disposition du public | 33.640 | 60.000 |

La dépense de courant, pour chaque train, est en moyenne de 100 ampères sous 550 volts.

Dans la seconde partie de cette étude nous nous occuperons de la Plate-forme mobile de l'Exposition.

Alfred Boudon,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

*(A suivre.)*

## LES ACIERS MOULÉS A L'EXPOSITION DE 1900

Parmi les importants progrès de l'industrie sidérurgique que l'Exposition de 1900 permet de constater, il n'en est pas de plus marqués que ceux réalisés dans la fabrication de l'acier moulé. Des pièces, considérées il y a peu de temps comme d'une exécution impossible ou au moins aléatoire, s'obtiennent maintenant avec la plus grande facilité, et le champ des applications dans lesquelles on a pu substituer l'acier moulé, non seulement à la fonte, mais encore au fer et à l'acier forgé, s'est considérablement étendu. Il s'est produit ainsi depuis une dizaine d'années, dans toutes les branches de la construction métallique, une évolution rapide, et l'importance même donnée par les usines métallurgiques à leurs expositions de moulages d'acier montre nettement le haut intérêt qui s'y attache.

*Historique.* — Jusque vers 1850, on n'avait jamais songé à couler des pièces en métal malléable. La température nécessaire pour éviter une solidification trop rapide et permettre à l'acier de remplir les moules paraissait trop élevée ; d'autre part, le retrait considérable dû à cette haute température semblait rendre impossible la bonne exécution des pièces, et l'on n'était pas arrivé encore à trouver pour la confection des moules une matière à la fois assez plastique et assez réfractaire. C'est en 1851 que les aciéries de Bochum, qui possédaient des fours à creusets au coke, parvinrent à surmonter ces difficultés et purent faire des cloches d'acier fondu. Les aciéries de Krupp, à Essen, suivirent bientôt la même voie ; mais les applications restèrent très limitées.

La découverte du convertisseur Bessemer ne fit pas faire un grand pas à la question, et le métal Martin lui-même resta longtemps impropre à la production de l'acier moulé. L'oxydation du bain donnait naissance, pendant la coulée, à du gaz oxyde de carbone, qui était retenu par le métal pendant la solidification, en même temps que les gaz dissous et notamment l'hydrogène ; il se produisait ainsi dans les pièces des piqûres et des soufflures qui les rendaient à peu près inutilisables. Pour arriver à faire disparaître ces défauts, on reconnut la nécessité d'introduire dans le bain, à la fin de l'opération, des matières qui le désoxydent et qui favorisent le dégagement des gaz.

On eut d'abord recours dans ce but au manganèse, employé sous forme de ferro-manganèse ou de spiegeleisen ; mais, si ce métal permet d'arriver à une certaine désoxydation de l'acier, il n'agit pas avec assez d'efficacité sur les gaz dissous. D'autre part, le protoxyde de manganèse formé se décompose partiellement sous l'action du carbone de l'acier, et donne naissance à une certaine quantité d'oxyde de carbone; en outre, l'alliage ajouté contenant du carbone, produit lui-même de l'oxyde de carbone.

Le remède définitif consista dans l'emploi du silicium, sous forme de ferro-silicium à haute teneur ; c'est à l'usine de Terrenoire que revient l'honneur de l'avoir découvert en 1871, et d'en avoir ensuite vulgarisé l'usage pour l'obtention du métal fondu sans soufflures. Les tâtonnements furent encore assez longs, et ce n'est guère que vers 1885 que les recherches des Ingénieurs de Terrenoire et du Creusot aboutirent à des résultats bien réguliers.

Depuis quelques années, tout en continuant à introduire dans le bain, avant la coulée, des morceaux préalablement chauffés de ferro-manganèse et de ferro-silicium, on a fréquemment recours, pour éviter les soufflures, à une addition d'aluminium dans la poche ; cette addition, qui est surtout utile pour les coulées d'acier doux, doit d'ailleurs être assez faible et soigneusement dosée, pour ne pas dénaturer l'acier. Le rôle de l'aluminium, dont l'emploi est entré aujourd'hui dans la pratique courante des usines, n'est pas complètement défini ; mais on sait qu'il constitue un désoxydant énergique, et il est à présumer qu'il jouit en même temps de la propriété de maintenir les gaz dissous.

Si la question des soufflures a été en réalité longtemps la pierre d'achoppement dans la fabrication des moulages d'acier, au moins pour les pièces de quelque importance qui ne pouvaient être coulées au creuset, il convient d'ajouter que les industriels se sont trouvés aux prises avec d'autres difficultés dans la préparation même des moules.

Les proportions dans lesquelles il faut, pour composer un sable convenable, mélanger l'élément siliceux dont on dispose, avec l'argile ou la terre grasse, qui donne la plasticité voulue, ont demandé des recherches assez longues. D'autre part, il a fallu déterminer, avec toute la précision désirable, les précautions nécessaires pour éviter les retassements et les cassures auxquels devait donner lieu l'énorme retrait du métal à la solidification. Le *Génie Civil* a déjà traité cette question [1] à propos de la fabrication des arcs du pont Alexandre III ; nous nous contenterons donc de rappeler que, par une étude raisonnée de la position et de la forme à donner aux masselottes, par une répartition judicieuse des nervures de coulée destinées à renforcer momentanément la pièce pendant le refroidissement, on a pu envisager peu à peu la possibilité de couler des moulages de plus en plus compliqués.

Perfectionnements apportés aux appareils de fusion. — Les principaux progrès réalisés dans ces dernières années sont intimement liés aux perfectionnements qu'ont reçus les appareils de fusion.

Les convertisseurs Bessemer ou Thomas sont toujours peu employés à la confection des aciers moulés. Nous devons signaler, cependant, que les usines du Creusot utilisent le Bessemer acide pour couler les roues en acier dur, de 160 à 500 millimètres de diamètre, des berlines ou wagonets de mines, et elles en exposent plusieurs ainsi obtenues. Cette fabrication serait appelée, paraît-il, à prendre une certaine extension.

Le four Martin acide a longtemps été à peu près le seul appareil employé pour les moulages d'une certaine importance. On est parvenu actuellement à y couler un métal parfaitement sain, dont la charge de rupture ne dépasse pas 48 à 50 kilogr. avec un allongement de 25 %, tout en réduisant notablement les épaisseurs considérées jusqu'alors comme nécessaires pour la bonne venue des pièces ; c'est ainsi qu'on a pu obtenir des épaisseurs de 10 à 8 millimètres sur des surfaces relativement importantes. D'autre part, le four Martin basique, qui, il y a peu de temps encore, paraissait absolument impropre à la fabrication des moulages, a pu, grâce à l'emploi de l'aluminium, être utilisé à la production de pièces en acier doux qui ne le cèdent en rien à celles de nuance plus dure données par le four acide. En même temps, la capacité plus grande des fours a permis de couler des pièces de plus en plus importantes et d'étendre d'une manière presque indéfinie le champ des applications de l'acier moulé. L'outillage des ateliers s'est, bien entendu, modifié en conséquence, et la plupart des aciéries peuvent aujourd'hui obtenir facilement des pièces pesant plus de 20 tonnes.

En ce qui concerne les petits moulages, de nombreuses fonderies d'acier emploient encore exclusivement les fours à creusets. Nous citerons, particulièrement en France, l'usine d'Assailly, de la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et des Chemins de fer, l'usine d'Unieux de MM. Holtzer et Cie, l'usine Saint-Jacques de la Compagnie de Châtillon-Commentry, et l'usine d'Imphy de la Société de Commentry-Fourchambault, qui exposent des spécimens variés de cette fabrication.

Toutefois, cette méthode de travail est naturellement assez coûteuse, et il y a lieu de penser qu'elle sera de plus en plus réservée dans l'avenir aux pièces délicates, pour lesquelles on recherche des qualités particulières d'homogénéité et d'étanchéité.

Pour les moulages ordinaires de faibles dimensions, on utilise avec succès depuis quelques années les petits convertisseurs dérivés des cornues Bessemer, et leur emploi paraît destiné à se développer de plus en plus.

L'idée de ces appareils est loin d'être neuve ; car, dès l'année 1867, on employait à Tagilsk (Sibérie) un petit convertisseur mobile sur tourillons, avec deux tuyères latérales un peu plongeantes et obliques par rapport au diamètre ; mais cet appareil n'a donné que des résultats défectueux, et il a été mis au rebut depuis longtemps.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 11, p. 165.

C'est vers l'année 1880 que réapparurent les petits convertisseurs ; à cette époque furent créés l'appareil Walrand-Delattre et l'appareil Clapp-Griffiths, le premier mobile sur tourillons, le second fixe, et tous deux munis de tuyères placées vers le milieu de la hauteur du bain. Le but principal que l'on poursuivait était de réduire la pression de vent nécessaire pour empêcher le métal de s'introduire dans les tuyères ; on pouvait ainsi diminuer la puissance de la machine soufflante nécessaire et, par suite, tout le coût de l'installation.

Le convertisseur Clapp-Griffiths, qui fut très en vogue en Angleterre et aux États-Unis de 1884 à 1887, présentait l'inconvénient capital de toutes les cornues fixes ; les obturateurs, qui devaient servir à empêcher le métal de pénétrer dans les tuyères au moment de l'arrêt du vent, fonctionnaient très mal la plupart du temps. Mais, si l'on ne put obtenir de résultats bien satisfaisants avec les premiers appareils, c'est surtout parce qu'ils demandaient en réalité une pression de vent sensiblement supérieure aux prévisions ; l'insuffisance de pression amenait une oxydation du métal le long des parois dans le voisinage des tuyères, et il se produisait une scorie basique qui usait très rapidement le revêtement intérieur de la cornue. La hauteur du bain au-dessus des tuyères variait ainsi dans des proportions considérables ; les conditions du soufflage changeaient notablement d'une opération à l'autre, et il était très difficile de saisir le moment où la décarburation était arrivée au point voulu pour la coulée.

On a pu, aux aciéries de Stenay, parer un peu à ces inconvénients et obtenir une marche à peu près régulière, en diminuant franchement la hauteur initiale du bain au-dessus des tuyères ; mais l'usure du revêtement était encore rapide et il était toujours peu aisé d'arrêter l'opération en temps voulu.

En 1885, M. Robert, directeur des usines de Stenay, imagina un nouveau convertisseur mobile. Le premier modèle qu'il établit était à section rectangulaire ; les tuyères à section elliptique placées sur l'un des côtés du rectangle étaient dirigées normalement à la paroi. Les résultats ne furent pas très satisfaisants et, après de nouvelles études, M. Robert fut conduit à adopter une autre disposition (fig. 1 et 2), qui est encore celle du convertisseur actuel.

La section intérieure est en forme de D ; les tuyères sont cylindriques et dirigées obliquement à la paroi, afin de provoquer dans le métal un certain mouvement de rotation. Pour régulariser les conditions du soufflage, malgré l'usure du revêtement, on peut incliner l'appareil et faire ainsi pénétrer l'air à la distance voulue de la surface du bain.

Les aciéries Robert, qui emploient cet appareil, s'en servent avec succès ; l'aspect très satisfaisant des pièces de tout genre exposées par ces usines en fournit la preuve.

Il est certain toutefois que le soufflage latéral par tuyères horizontales, à côté des avantages économiques résultant du prix relativement peu élevé de l'installation, présente, au moins théoriquement, des inconvénients assez sérieux, puisqu'une grande partie du bain échappe à l'action directe du vent ; c'est cette raison qui a amené MM. Walrand et Legénissel à revenir, vers 1894, pour les petits convertisseurs, au soufflage par le fond tel qu'il se pratique dans les cornues Bessemer. Le diamètre extérieur de leur appareil est de 0m 70 et sa hauteur de 1m 30 ; on y traite des charges de 200 à 300 kilogrammes.

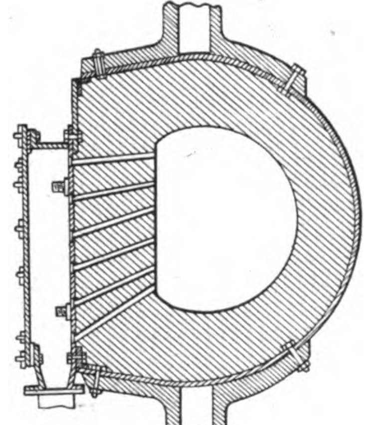


Fig. 1 et 2. — Coupes verticale et horizontale du convertisseur Robert.

Des convertisseurs d'aussi faibles dimensions donnent lieu à des pertes de chaleur importantes par rayonnement. Même avec un appareil Robert dans lequel on traite des charges de 800 à 2 000 kilogr., il est nécessaire, pour obtenir à la coulée un métal assez chaud, de

charger un mélange de fontes présentant une teneur en silicium de plus de 2 %. Pour leur petit appareil, MM. Walrand et Legénissel ont tourné la difficulté d'une manière ingénieuse par l'opération du sursoufflage.

Les fontes traitées sont modérément siliceuses; mais on ajoute, vers la fin de l'opération, au métal déjà décarburé, une petite quantité de ferro-silicium à 10 %, à l'état liquide, et sa combustion, qui dure deux à trois minutes, suffit pour produire une élévation de température d'environ 200°. On peut alors introduire les additions et couler.

D'autres types de petits convertisseurs ont été imaginés dans ces dernières années.

Nous citerons en premier lieu le convertisseur Tropenas, breveté en 1891, et actuellement employé aux Aciéries de Grenelle de MM. Édouard Plichon et ses fils. Cet appareil, dont les tuyères sont disposées normalement comme dans le premier appareil Robert, a une forme tronconique qui permet de diminuer la pression du vent, sans exagérer le volume du bain placé au-dessus des tuyères et soustrait, par suite, à l'action directe du vent. Une autre particularité de cette cornue consiste dans l'addition, au-dessus de la surface du bain, d'une rangée supplémentaire de tuyères munie d'une valve spéciale; cette disposition a pour but de permettre de brûler, à un moment donné, l'oxyde de carbone qui s'échappe, et la chaleur ainsi développée doit réchauffer le métal par rayonnement. Nous ne savons si ce point constitue un perfectionnement bien important; car il paraît difficile de déterminer exactement la quantité d'air à injecter pour brûler l'oxyde de carbone, et tout excès d'air doit évidemment refroidir et oxyder le bain.

M. Levoz, ancien chef d'atelier des Aciéries Robert, de Stenay, a fait breveter un nouveau convertisseur à soufflage latéral, dont on

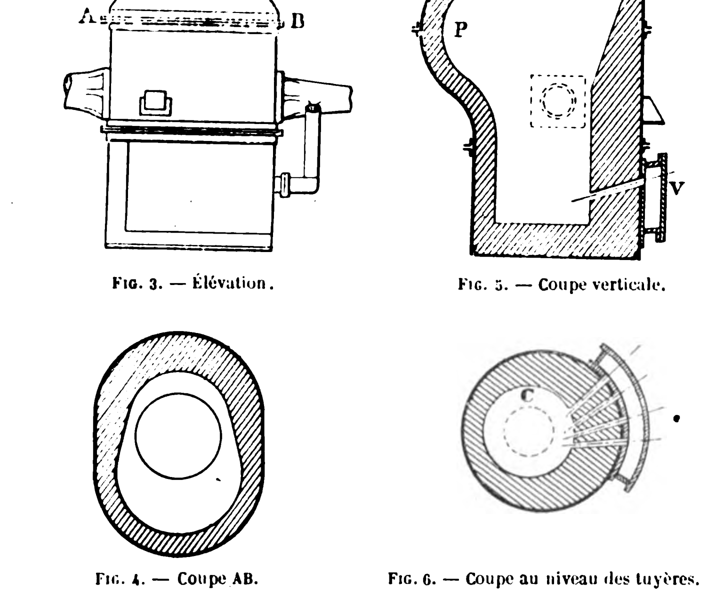



Fig. 3. — Élévation. Fig. 5. — Coupe verticale.

Fig. 4. — Coupe AB. Fig. 6. — Coupe au niveau des tuyères.

Fig. 3 à 6. — Convertisseur Levoz.

peut voir un petit modèle à l'Exposition des Aciéries de la Meuse, de Stenay, et qui est représenté par les figures 3 à 6.

La partie de la cornue formant creuset a une surface intérieure cylindrique. Pour se rapprocher des conditions de fonctionnement des cornues soufflées par le fond, on a donné aux tuyères une certaine inclinaison vers la sole; la pression du vent, qui n'a guère besoin de dépasser 0m20 de mercure dans le convertisseur Robert, doit, par suite, atteindre 0m50. En projection horizontale, les tuyères sont dirigées tangentiellement à un cercle intérieur C, de manière à imprimer au bain un mouvement giratoire dans le sens horizontal; on arrive ainsi à une usure très régulière et suffisamment lente du revêtement.

Pour diminuer la surface refroidissante du bain au moment de la coulée et obtenir une bonne répartition des additions, on a ménagé à la partie supérieure une poche P qui, une fois la cornue renversée, renferme tout l'acier; on peut ainsi distribuer un métal très uniforme dans toutes les petites poches. On coule aisément 1 600 à 1 800 kilogr. d'un acier très régulier de composition avec des poches de 50 kilogr., sans avoir de fonds de poches.

Des divers appareils que nous venons de passer en revue, tous n'ont évidemment pas la même valeur et certains sont appelés à disparaître dans un temps plus ou moins éloigné, mais on peut affirmer que la question des petits convertisseurs est maintenant résolue. Le caractère intermittent de leur marche est précieux pour les fondeurs, et ils donnent un métal très fluide, très calme dans les moules, se prêtant admirablement à la fabrication des moulages de forme variée et de faible poids.

L'emploi de ces convertisseurs n'est d'ailleurs pas limité aux petites pièces; car, en raison de la température élevée du métal, on peut réunir dans une même poche le produit de deux ou trois opérations, et couler, par exemple, des pièces de quatre à cinq tonnes avec un convertisseur de une à deux tonnes.

Moulage mécanique. — Un des principaux perfectionnements apportés à la fabrication des petites pièces d'acier à reproduction, consiste dans l'application du moulage mécanique, primitivement réservé à la fonderie de fonte.

Dans ce système, le moulage en dessous est complètement supprimé; on obtient de cette manière une judicieuse répartition du sable et un serrage uniforme. Les couches, qui peuvent être en métal ou simplement en plâtre, présentent côte à côte les deux parties d'un même modèle ou d'une série de modèles; ainsi, dans la figure 7, qui se rapporte à un bouchon, le six pans est ramené à côté de la partie creuse.

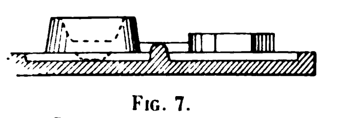


Fig. 7.
Couche ou plaque-modèle.

La figure 8 représente la presse à mouler. La couche ou plaque-modèle C, est fixée sur une table de moulage G, qui repose sur un piston P; dans l'intérieur de ce piston peut se mouvoir un second piston *f* qui sert au démoulage. Le châssis placé autour du modèle étant rempli de sable frais serré à la main, on ajoute une rehausse de même forme et de même dimension intérieure, que l'on remplit de sable vieux destiné à transmettre la pression, et l'on tourne le volant à main à refus; on applique ensuite la pression hydraulique qui donne rapidement la pression finale voulue. Pour démouler, on ouvre le robinet de décharge de la presse hydraulique, de manière à laisser descendre la table sur laquelle repose le moule, on relève à la main la vis de serrage mécanique; puis, la rehausse une fois retirée, on ouvre le robinet de pression d'eau sous le piston de démoulage, qui repousse alors le plateau H dans l'intérieur de la table G et avec lui le châssis.

Fig. 8. — Presse à mouler.

Grâce à un dispositif particulier de démoulage au moyen de peignes, on peut mouler des pièces minces à faces parallèles, sans la moindre dépouille; on peut également mouler les noyaux verticaux en sable. Le procédé comporte, en outre, un matériel spécial pour la préparation rapide et économique des couches en plâtre ou en métal, ainsi que pour la confection des pièces mécaniques de toutes formes.

Ce système est maintenant appliqué dans de nombreuses fonderies d'acier, parmi lesquelles nous citerons les Aciéries Robert, l'usine d'Assailly, les Aciéries de la Meuse à Stenay, les Aciéries de Maromme près de Rouen. Grâce à la régularité du serrage, qui n'a pas besoin d'être très fort, les moules restent poreux, et l'on est arrivé par ce procédé à couler à vert les pièces d'acier. Dans un mémoire présenté au Congrès des Mines et de la Métallurgie, M. Tissot déclare qu'en coulant ainsi les châssis au fur et à mesure de leur serrage sans séchage préalable, et en les démoulant immédiatement pour les faire repasser de nouveau sur la machine, on peut, dans une même journée, avec une machine à mouler servie par deux manœuvres, mouler et couler de 600 à 1 000 kilogr. de pièces même compliquées, pesant de de 5 à 20 kilogr. l'une.

A. Abraham,
*Ingénieur des Constructions navales.*

*(A suivre.)*

**Fig. 1 à 7. Matériel roulant.**

CHEMIN DE FER ÉLECTRIQU

**Fig. 1.** Élévation d'une voiture motrice.
*Échelle de 0m015 pr me*

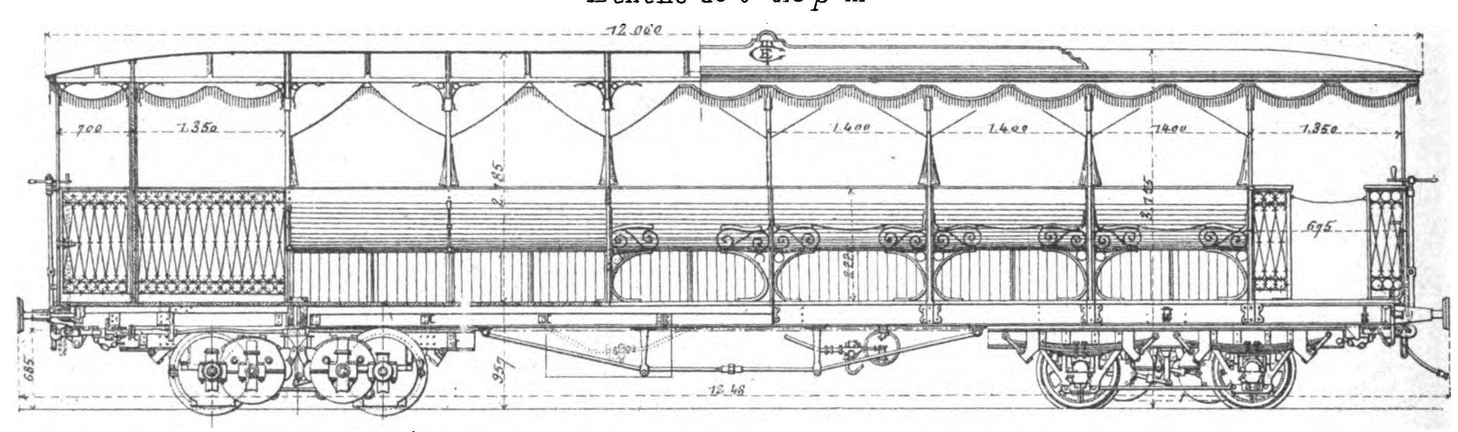


**Fig. 2.** Plan.

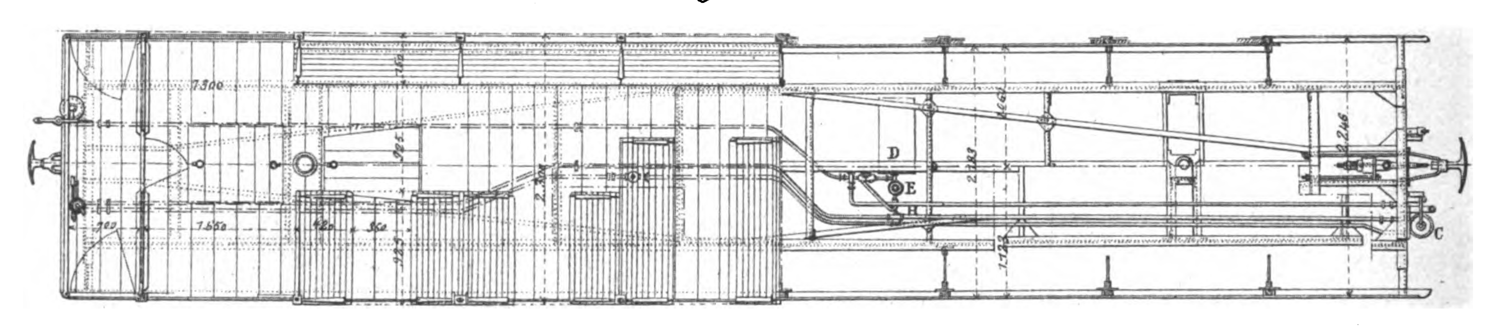


**Fig. 3.** Élévation d'un boggie moteur.

**Fig. 4.** Vue en bout.

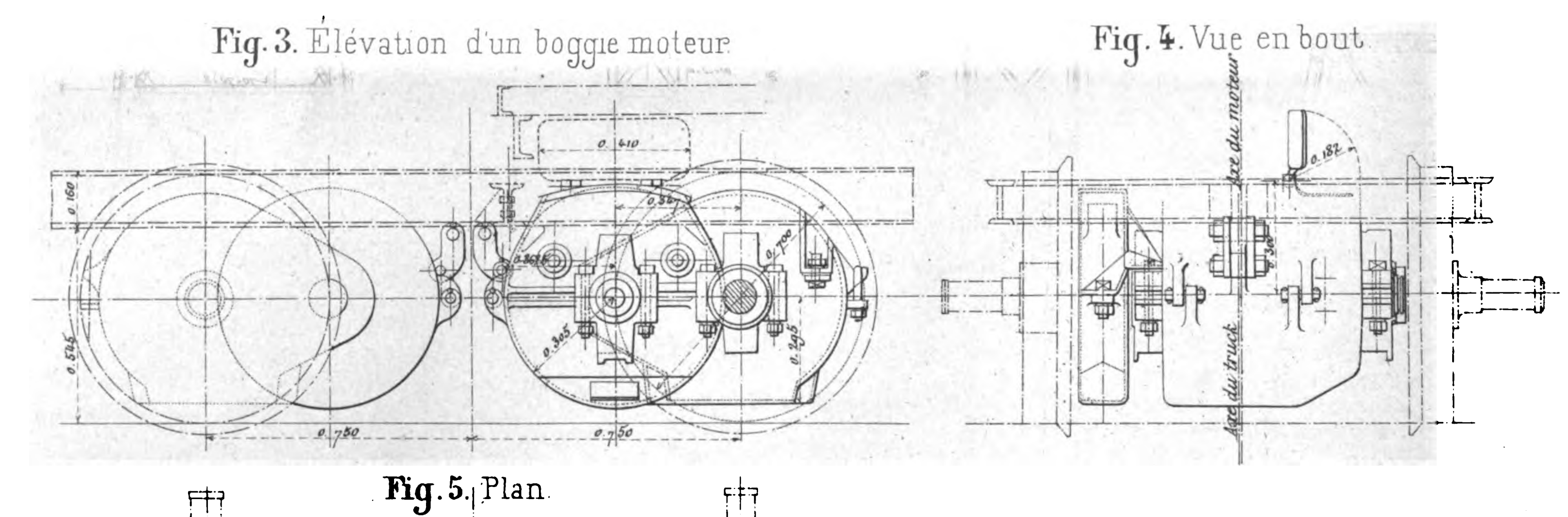



**Fig. 5.** Plan.

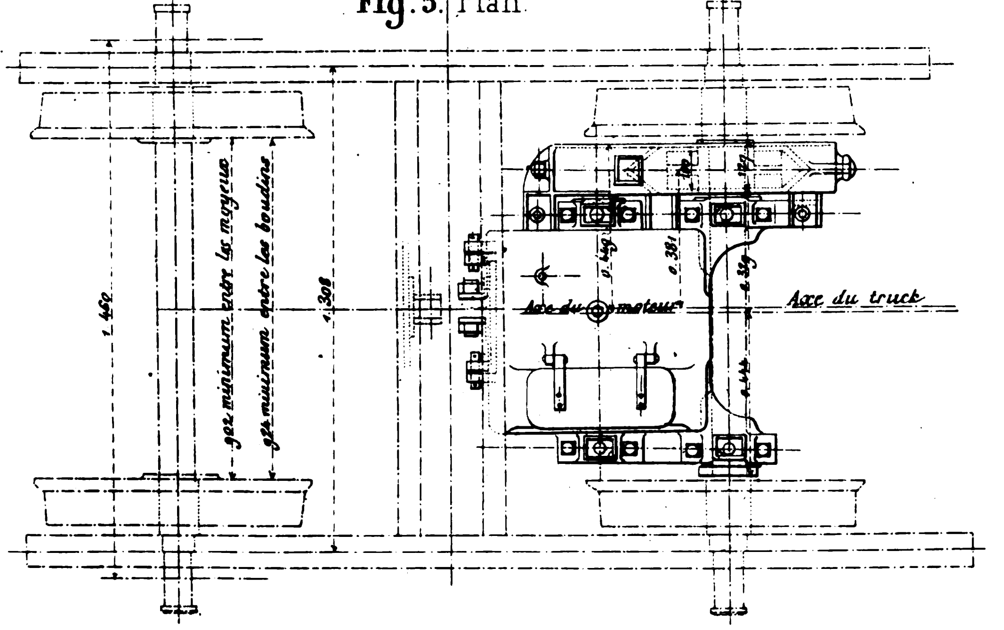
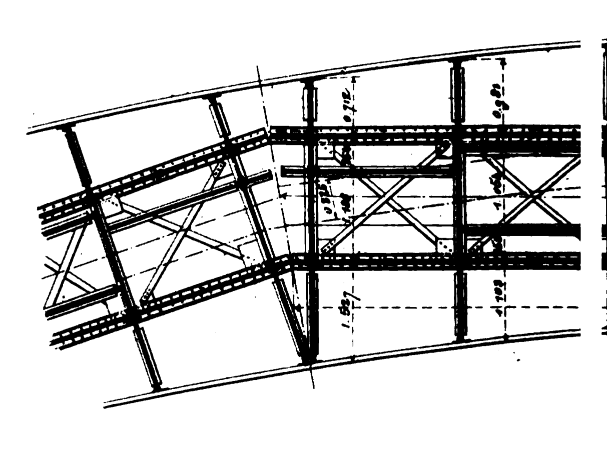
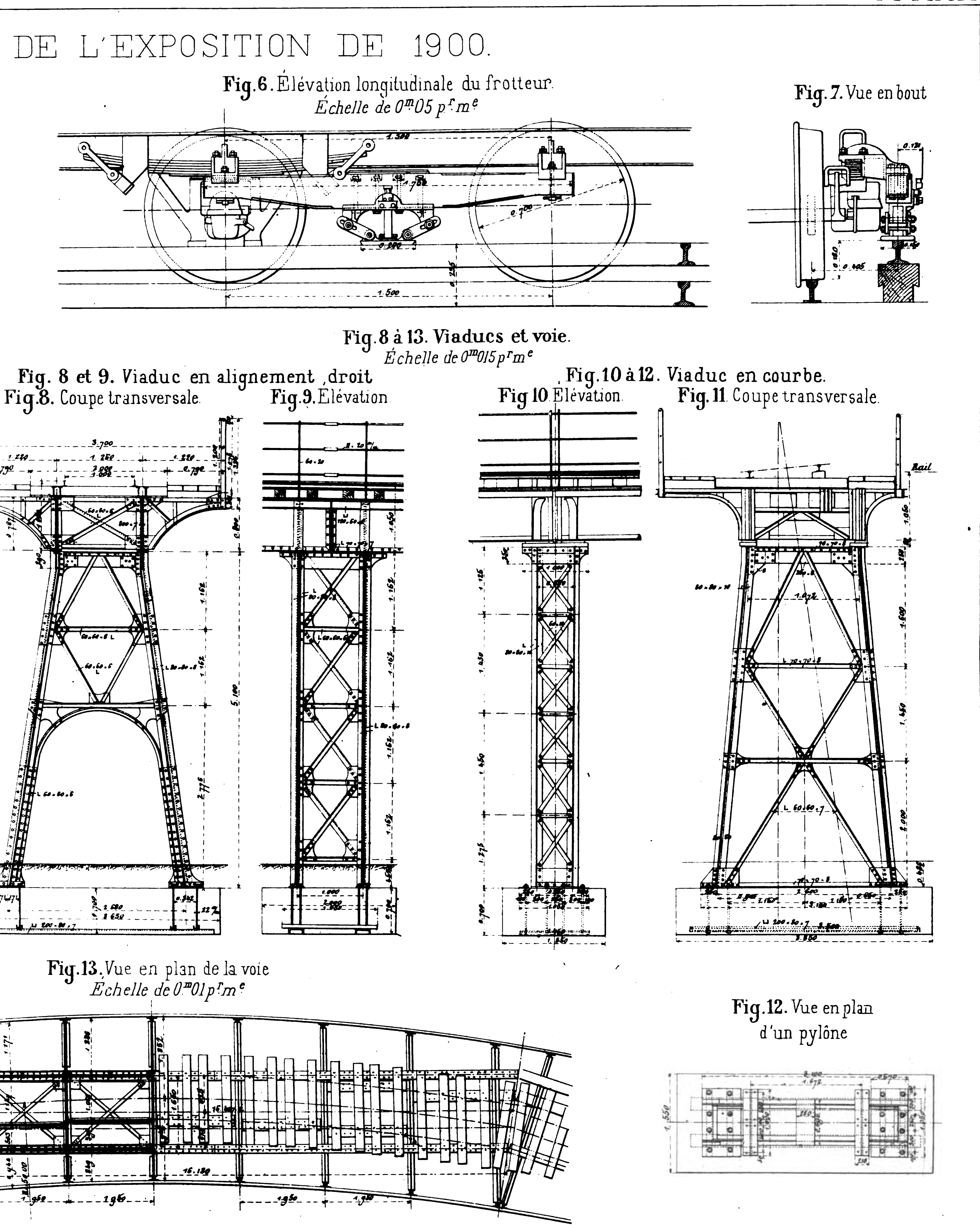



**Fig. 3, 4 et 5**
*Échelle de 0m005 pr me*



DE L'EXPOSITION DE 1900.




(8582) Imp A Gentil, 188 faub. St Denis Paris

## LES LOCOMOTIVES A L'EXPOSITION DE 1900

### Locomotive compound à 2 cylindres et à 4/5 essieux accouplés, construite par la Compagnie de Fives-Lille.

La locomotive Φ 128, que la *Compagnie de Fives-Lille* a exposée à Vincennes avec son tender, fait partie d'une série de cinquante machines commandées en France pour les Chemins de fer de l'Est chinois, actuellement en construction et qui ont été concédés à la Russie, à la suite de la dernière guerre sino-japonaise, dans le but de réunir la ligne principale du Transsibérien à Pékin et à Port-Arthur, en traversant une partie de la Mandchourie et de la Mongolie (1).

La Compagnie de Fives-Lille a construit, dans ses ateliers, 28 machines et 38 tenders de ce type (fig. 1), qui doivent circuler sur la voie russe, ayant 1m 521 de largeur.

Le foyer est très vaste; la grille, horizontale, est disposée pour brûler du bois, combustible que l'on trouve en abondance dans les régions que traverse la ligne de chemin de fer. Pour éviter la projection des flammèches à l'extérieur, la boîte à fumée et la cheminée sont munies de grilles et de pare-étincelles de construction spéciale. La chaudière est alimentée par deux injecteurs fixés sur la paroi d'arrière de la boîte à feu.

Les deux cylindres sont extérieurs, ainsi que leurs mouvements de distribution. Celui de haute pression est placé à droite et celui de basse pression à gauche. Leurs axes sont un peu inclinés sur l'horizontale. Les pistons, guidés dans leur mouvement, à l'avant par une contre-tige, et à l'arrière par une glissière unique, attaquent l'avant-dernier essieu, dont les roues sont sans boudin.

Les tiroirs, placés au-dessus des cylindres, sont actionnés par des mécanismes Walschaert, avec coulisses à trois flasques dont les deux extrêmes portent les tourillons d'articulation. Il y a lieu de remarquer

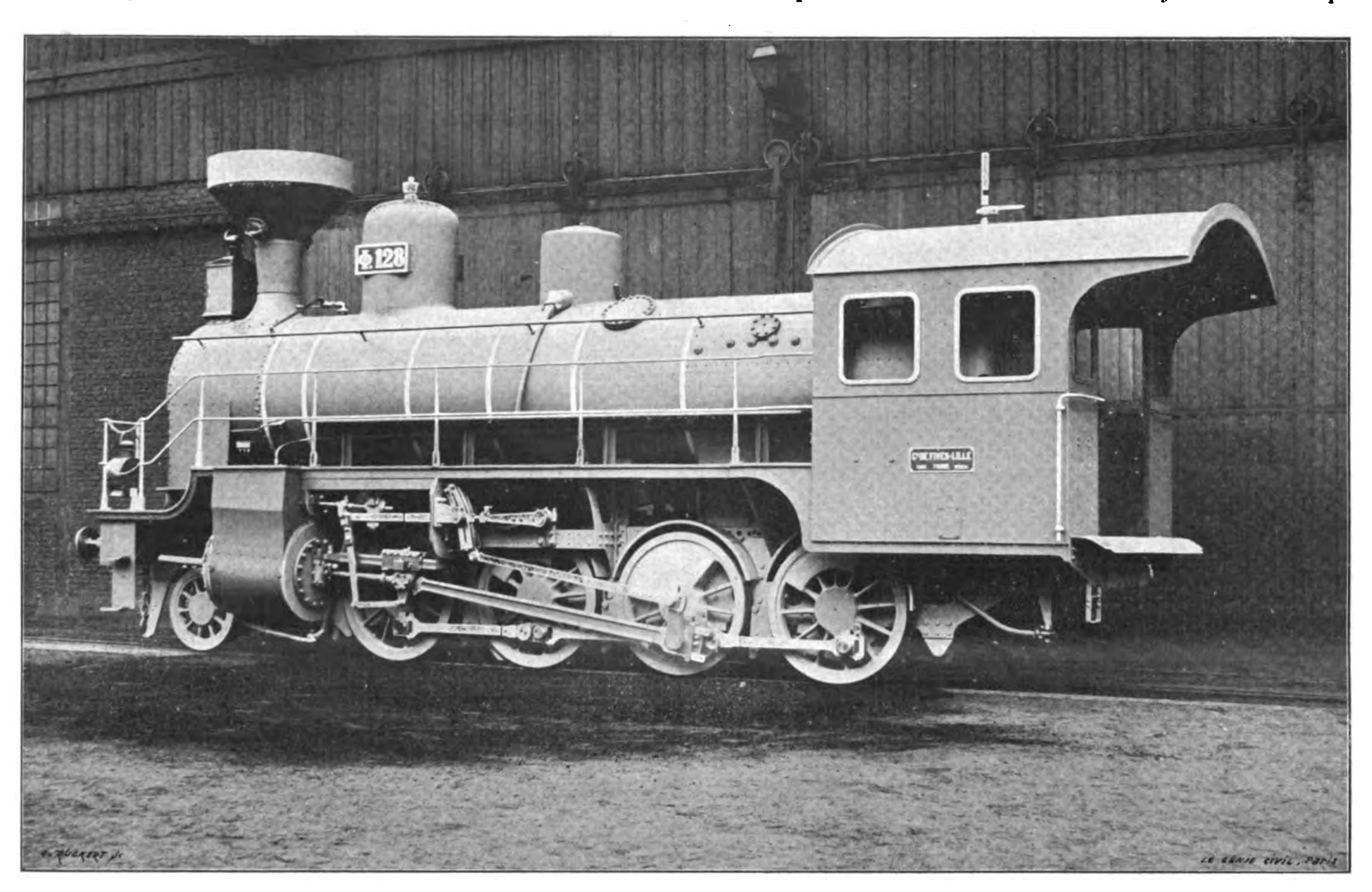



FIG. 1. — Locomotive des Chemins de fer de l'Est chinois.

MACHINE. — La locomotive (fig. 1 et 2) est du système compound à deux cylindres; elle repose sur cinq essieux dont quatre accouplés et un bissel à l'avant. Elle doit remorquer de fortes charges à faible vitesse, c'est-à-dire faire surtout le service des marchandises. Ses dimensions principales sont consignées dans le tableau suivant :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Timbre de la chaudière | | kilogr. | 12 |
| Surface de grille | | mèt. q. | 2,48 |
| Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail | | mètres | 2,500 |
| Tubes à air chaud | nombre | | 224 |
| | diamètre extérieur | mètres | 0,051 |
| | longueur entre plaques tubulaires | — | 4,660 |
| Surface de chauffe | du foyer | mèt. q. | 13,88 |
| | totale | — | 180,89 |
| Diamètre du petit cylindre | | mètres | 0,530 |
| Diamètre du grand cylindre | | — | 0,750 |
| Course des pistons | | — | 0,650 |
| Diamètre des roues au contact | motrices et accouplées | — | 1,250 |
| | porteuses | — | 0,830 |
| Empattement total | | — | 6,750 |
| Poids de la machine à vide | | tonnes | 58,000 |
| — — en ordre de marche | | — | 65,300 |

La chaudière, timbrée à la pression effective de 12 kilogr., a une boîte à feu ronde et un corps cylindrique de grande capacité. Étant donnée la rigueur du climat, elle est recouverte d'une couche de substance calorifuge, protégée elle-même par une enveloppe de tôle mince.

que, dans un but de simplification, on a supprimé la bielle de relevage, et le levier *a* (fig. 2) est articulé directement à la barre *b*, en arrière de la coulisse.

L'appareil de démarrage consiste en une valve, fixée sur la tige du tiroir du grand cylindre, et qui permet automatiquement l'introduction de la vapeur de la chaudière dans le réservoir intermédiaire, lorsque le degré d'admission dans le cylindre susdit est de 60 % et en dessus.

Les longerons sont à l'intérieur des roues; des traverses en tôles et cornières les entretoisent fortement dans toute leur longueur. Les ressorts de suspension ont, en charge, une contre-flèche, comme sur les machines de l'État belge. Les ressorts des roues motrices et accouplées sont conjugués deux à deux par des balanciers longitudinaux.

La cabine est vaste et bien abritée; elle est munie de lunettes d'écran et de châssis vitrés mobiles sur les parois latérales. Une porte ménagée dans le fond de l'abri, sur le côté gauche, permet aux agents de la machine d'accéder aux tabliers longitudinaux, lesquels sont munis de garde-fous sur toute leur longueur, ainsi qu'à l'avant.

La locomotive est équipée du frein automatique à air comprimé, attaquant par quatre paires de sabots toutes les roues accouplées. Mentionnons aussi le puissant fanal dont elle est munie, et qui est placé sur la boîte à fumée, en avant de la cheminée, suivant la pratique américaine.

TENDER. — Le tender (fig. 3 et 4) est à deux bogies; ses soutes à combustible et ses caisses à eau sont de très grandes dimensions, afin de permettre de longs trajets sans arrêt.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 12, p. 178.

Ses conditions principales d'établissement sont indiquées ci-après :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diamètre des roues au contact | | mètres | 0,850 |
| Empattement | | — | 5,550 |
| Approvisionnements | eau | mèt. c. | 20,300 |
| | bois | — | 23,000 |
| Poids à vide | | tonnes | 18,700 |
| — en ordre de marche, environ | | — | 50,200 |
| Longueur approximative de la machine et du tender attelés, de tampon en tampon | | mètres | 18,900 |

et par des traverses en U. Les ressorts de suspension sont héliçoïdaux. Les formes des pièces ont été étudiées en vue de la meilleure utilisation possible de la matière, de façon à réduire le poids, lequel est assez faible (18,7 tonnes à vide) eu égard à la grande capacité du tender.

Ce véhicule a été équipé également du frein automatique à air comprimé ainsi que d'un frein à vis indépendant, qui agissent sur quatre paires de sabots s'appliquant sur les huit roues.

Il est à noter que, pour la construction de cette machine et de son tender, on a fait largement emploi de l'acier moulé, notamment pour la confection de toutes les roues, des boites à huile et de leurs glissières, des pistons et de leurs têtes, des rotules de bogies, etc.

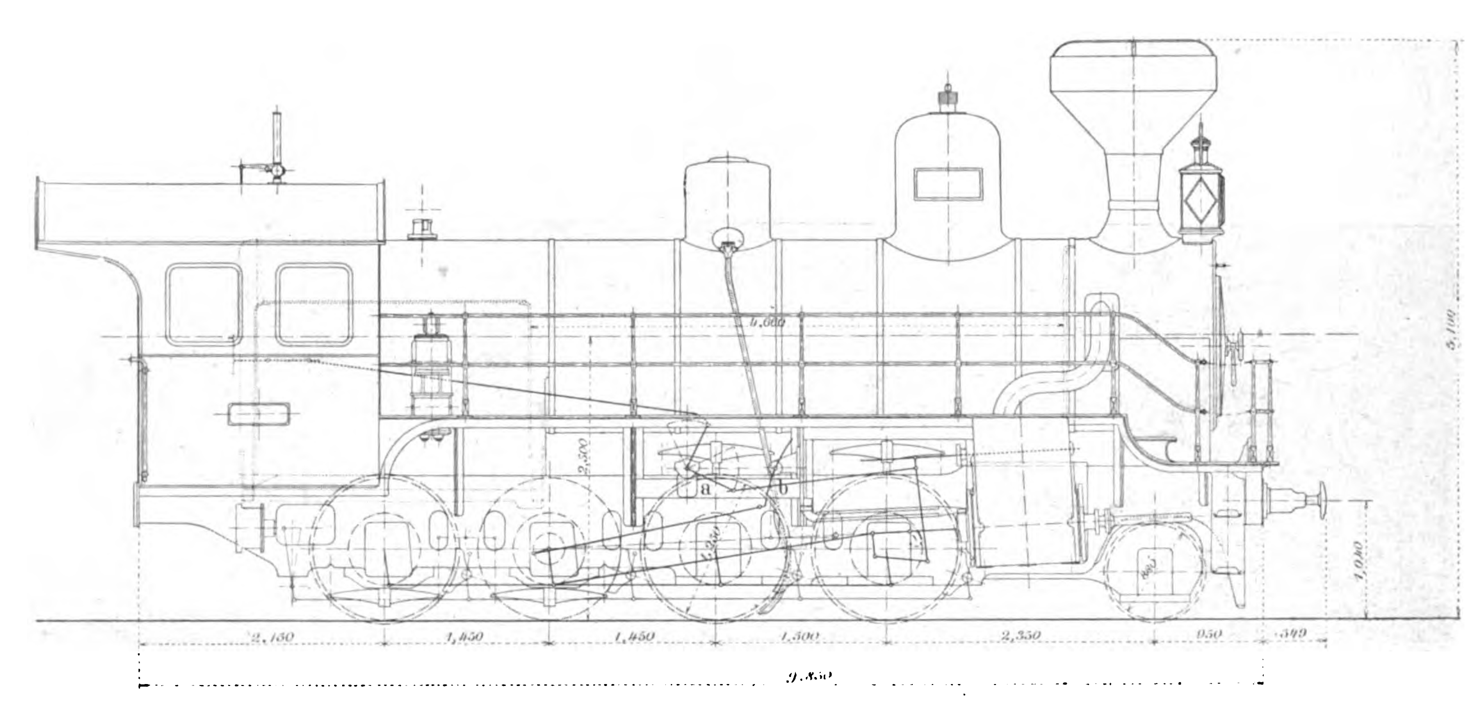


Fig. 2. — Élévation schématique de la locomotive.

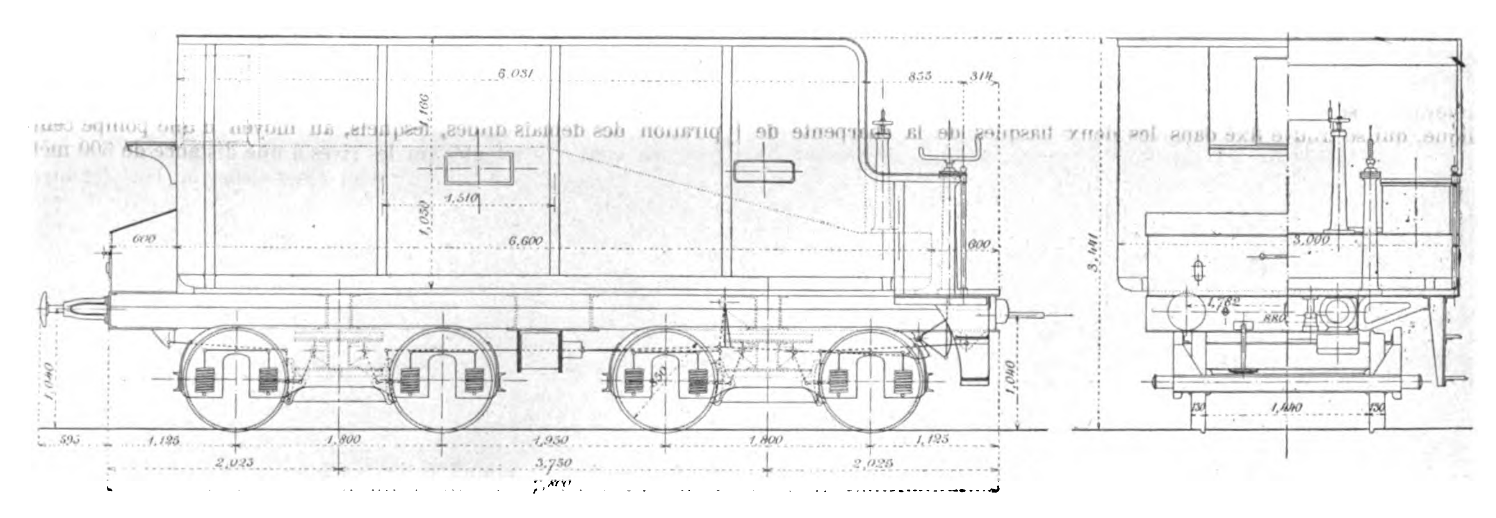


Fig. 3 et 4. — Élévation schématique et demi-vues en bout du tender.

La locomotive et son tender auront au total, en service, le poids énorme de 115,5 tonnes.

Les longerons et les entretoises du châssis du tender sont constitués par des fers en U laminés. Le châssis des bogies est formé par des longerons en tôle, extérieurs aux roues, emboutis sur leur pourtour,

F. Barbier,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## CONSTRUCTIONS NAVALES

### DRAGUE MARINE A GODETS, A SUCCION ET A REFOULEMENT

Parmi les différents modèles d'appareils de dragage qui figurent à l'Exposition, on remarque, dans le Palais du « Génie Civil », Groupe VI, celui d'une drague marine à godets, à succion et à refoulement, construite par la maison A. F. Smulders, de Rotterdam, et qui est actuellement en route pour Port-Arthur (Chine), où elle servira aux travaux du port.

Cet engin, que représentent les figures 1 à 5, peut être employé de diverses façons, suivant la nature du travail à effectuer : il peut d'abord servir aux dragages proprement dits par godets; il permet, en outre, d'effectuer le nettoiement de l'embouchure ou du lit des fleuves ou des rivières, au moyen de l'appareil de succion dont il est muni.

Description générale. — Contrairement à ce qui se présente dans les types de dragues généralement adoptés jusqu'à présent, le puits de l'élinde, au lieu d'être à l'avant, est placé à l'arrière du navire. C'est donc dans ce sens que travaillent les godets et l'appareil de succion. Ce mode de construction présente l'avantage de permettre au bateau de se rendre plus facilement d'un point à un autre et de naviguer dans de meilleures conditions de sécurité.

La chaîne d'avancement, munie d'une ancre de forte résistance, est commandée par un treuil, qui se trouve sur tribord, à côté du beffroi; les deux treuils de papillonnage sont placés à l'arrière, et cet agencement permet à la drague, qui se trouve ainsi avoir ses points d'appui et de résistance sur son arrière, de draguer à reculons. Les autres aménagements sont à peu près les mêmes, sauf quelques modifications, que ceux que l'on rencontre sur les appareils similaires. Un double treuil, à l'avant, permet d'assurer le mouillage ou le dérape-

ment du bateau, en faisant fonctionner simultanément ou séparément les deux chaînes et leurs ancres.

L'étrier, qui sert habituellement au relevage de l'élinde, et dans l'anneau duquel s'accroche l'organeau de la poulie du palan (dit de arrière, sert à l'enlèvement des grosses roches, que ne peuvent ramasser les godets, et à des manœuvres diverses.

Les deux déversoirs, droite et gauche, sont levés ou baissés au moyen d'un treuil à vapeur.

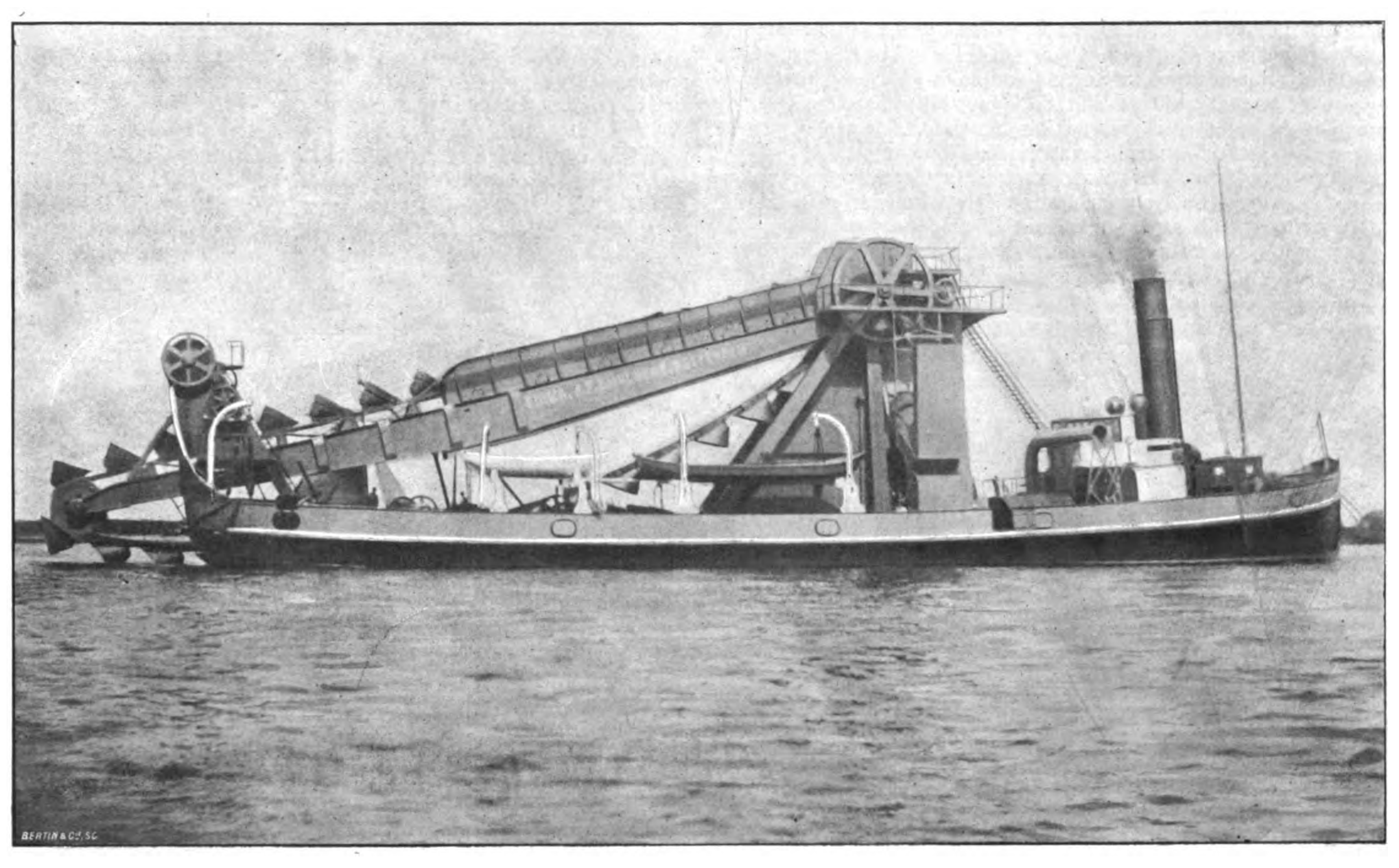


FIG. 1. — Drague marine à godets, à succion et à refoulement.

relevage), est supprimé. Il est remplacé par un fort tambour métallique, qui se trouve fixé dans les deux flasques de la charpente de l'élinde, faite de tôles d'acier reliées par des entretoises, et autour duquel s'enroule ou se déroule, par le mécanisme de roues de commande, un câble en acier opérant les deux mouvements. Ce mécanisme pour le fonctionnement de l'élinde est actionné par une machine verticale à deux cylindres.

Une grue de la force de trois tonnes, et qui est placée bâbord

La drague est, en outre, munie d'un appareil de succion pour l'aspiration des déblais dilués, lesquels, au moyen d'une pompe centrifuge, peuvent être refoulés sur les rives à une distance de 500 mètres et à une hauteur de $2^{m}50$. Ce refoulement s'effectue dans des tuyaux de $0^{m}50$ de diamètre, reliés entre eux par des joints en cuir ou en caoutchouc, avec armatures métalliques se boulonnant, ce qui permet aux conduites d'avoir une certaine flexibilité. Ces conduites se composent généralement de tuyaux en tôle, de $0^{m}50$ à $0^{m}55$ de diamètre,

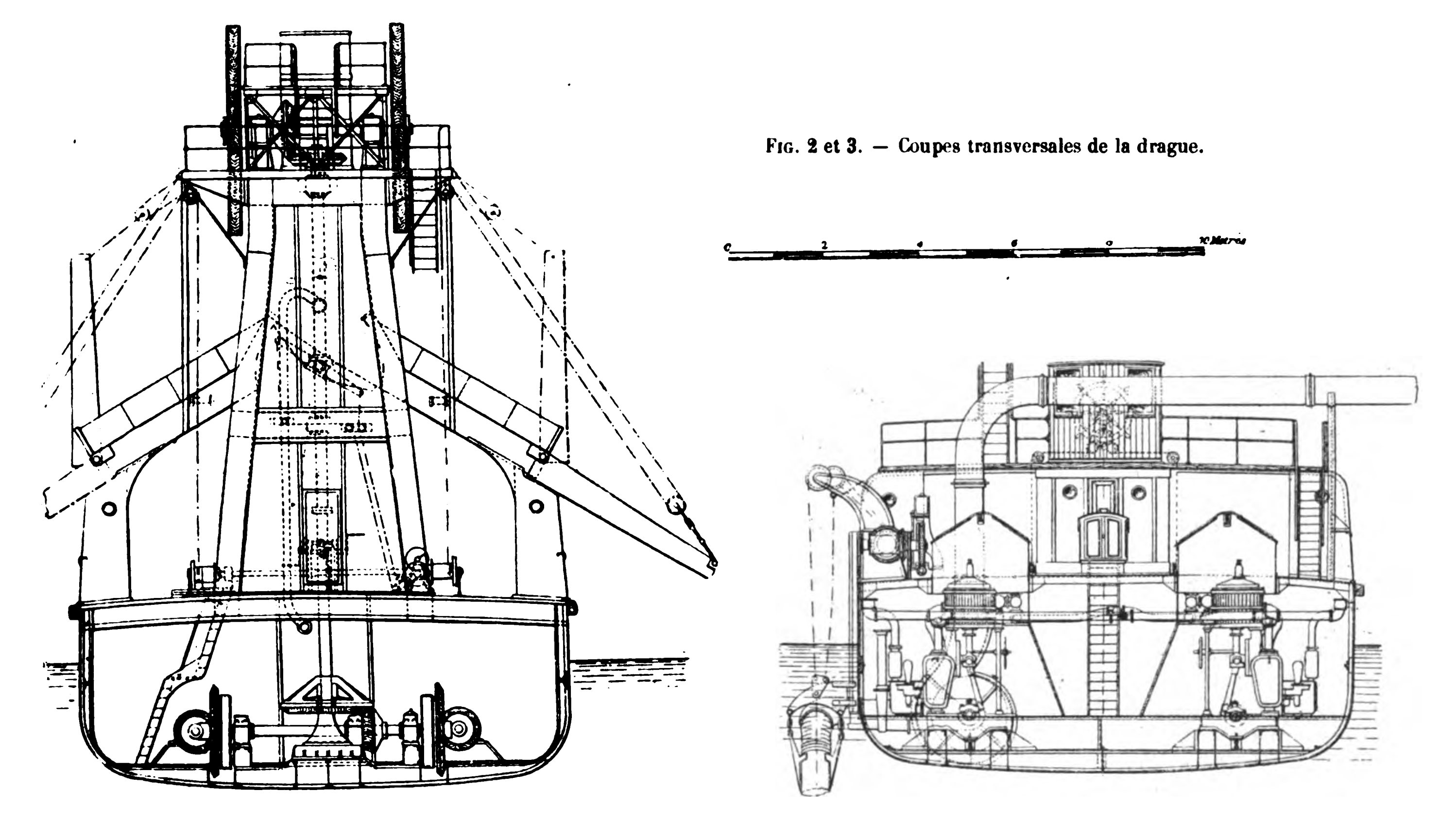


FIG. 2 et 3. — Coupes transversales de la drague.

reliés entre eux par les joints décrits ci-dessus, et fixés sur des flotteurs cylindriques étanches, d'une capacité de 800 à 1 000 décimètres cubes, qui sont placés de distance en distance suivant les exigences du travail.

Le refoulement des déblais peut se faire également, par une conduite spéciale, dans des chalands accostés le long du bord.

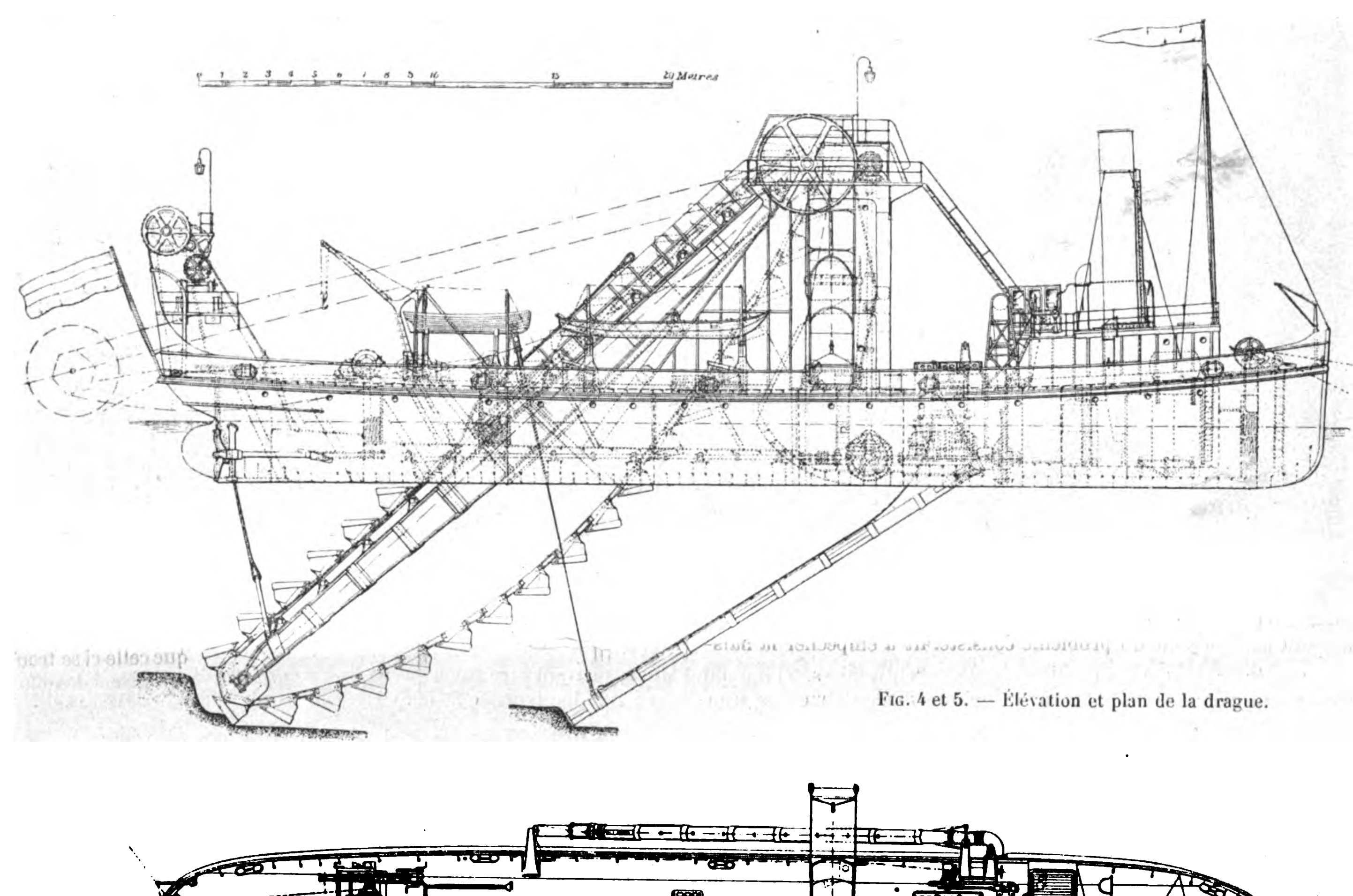
Le tuyau d'aspiration des déblais, fixé sur tribord, se relève et s'abaisse à volonté, avec l'inclinaison voulue, au moyen d'un treuil à vapeur, à changement de marche. Ce tuyau, solidement construit, est accouplé, au moyen d'un joint flexible, à une sorte de genou en fonte qui, glissant dans des rainures appliquées à la coque de l'appareil, permet, suivant le cas, les deux mouvements. Lorsque la drague est en marche pour se rendre à une destination quelconque, ce tuyau peut s'installer le long du bord, comme un tangon de navire. Il est muni, à l'extrémité de la partie noyée, d'un grillage destiné à éviter l'introduction de détritus de nature à produire des engorgements.

Les deux chaudières principales ont une surface de chauffe de 240 mètres carrés ; elles sont timbrées à huit atmosphères. Une troisième petite chaudière, ayant une surface de chauffe de 10 mètres carrés, sert à l'éclairage électrique et au chauffage du navire. Ces trois générateurs sont construits en acier doux Siemens-Martin. Les soutes à charbon qui les avoisinent, ont une capacité de 50 tonnes.

*Chaîne des godets.* — Le fond et le dos des godets est en acier coulé ; les tôles de leur devanture ont 13 millimètres d'épaisseur et sont renforcées d'une armature tranchante superposée, en acier dur. La capacité de chaque godet est de 800 décimètres cubes.

Les maillons composant la chaîne des godets, ainsi que les pivots les reliant, sont fabriqués avec un acier spécial.

Théoriquement, la vitesse de la chaîne des godets, à marche normale, est réglée de manière à en faire passer 10 par minute sur le tourteau supérieur. A cette vitesse, le rendement est de $0,800 \times 10 \times 60' = 480$ mètres cubes par heure. En forçant la vitesse, on peut obtenir un rendement supérieur. Ces résultats sont, nécessairement, en raison de la nature du terrain dragué.



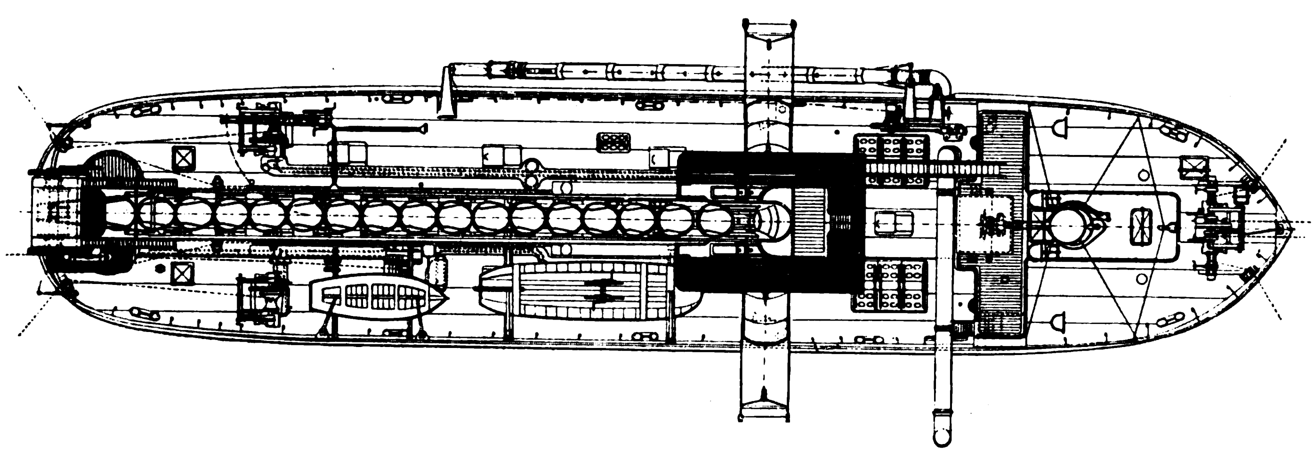



Fig. 4 et 5. — Élévation et plan de la drague.

Détails de construction. — La drague marine Smulders mesure 49m20 de longueur, sur 10m20 de largeur. Le creux est de 3m81. La coque est en acier ; la charpente principale de l'appareil dragueur est construite en forme tubulaire, avec des tôles de 8 millimètres d'épaisseur. Cette charpente est démontable au-dessus du pont et cloisonnée, arrière et avant et sur les côtés, par des tôles de 5 millimètres d'épaisseur ; les compartiments sont au nombre de 18.

La drague est munie de deux hélices et de deux gouvernails. Les hélices sont construites en acier coulé ; elles ont quatre ailes et sont actionnées par deux machines semblables.

La force motrice est produite par deux machines compound, à condensation par surface, d'une force de 300 chevaux indiqués par machine. Elles desservent l'appareil dragueur, les hélices, ainsi que le tourteau supérieur, au moyen d'engrenages droits ou de cônes de friction. Ces machines sont à changement de marche.

*Pompe d'aspiration.* — La pompe d'aspiration des déblais dilués est actionnée par une des machines principales ; elle peut aspirer à une profondeur de 12 mètres, et le rendement, dans les chalands accostés le long du bord, est évalué de 500 à 700 mètres cubes par heure.

Cette pompe est construite en tôles d'acier renforcées par des entretoises ; elle est munie d'un couvercle mobile afin que l'on puisse démonter facilement son arbre. Une doublure, de 10 millimètres d'épaisseur, est prévue à l'intérieur pour l'usure.

La drague a une vitesse de 7 à 8 nœuds à l'heure. Elle est éclairée à l'électricité, et les aménagements intérieurs, prévus pour le personnel, sont confortables. Il en est de même des diverses installations sur le pont.

## VARIÉTÉS

### Des courants dérivés dans le sol, sur les lignes de tramways électriques à retour de courant par les rails.

Dans les installations de tramways électriques à retour de courant par les rails, il se produit toujours dans le sol des dérivations assez importantes qui ont souvent pour effet de détériorer les canalisations métalliques souterraines qu'elles rencontrent, telles que conduites d'eau ou de gaz et revêtements en plomb des conducteurs électriques.

Après avoir essayé vainement de protéger ces diverses canalisations souterraines au moyen d'isolants, on avait pris le parti, dans quelques installations, de limiter les inconvénients de ces dérivations en empêchant que les conduites voisines des rails ne devinssent à leur tour des centres de rayonnement. On parvenait à ce résultat (fig. 1 et 2) en

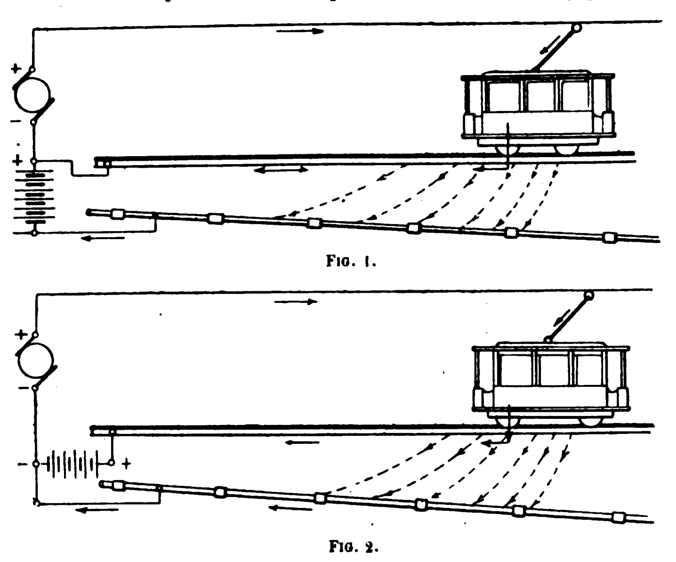



Fig. 1 et 2. — Dispositifs de connexion des canalisations souterraines à l'usine de force.

reliant lesdites conduites à l'usine de force, au moyen d'un conducteur métallique, tandis qu'une source d'énergie auxiliaire maintenait constamment les rails positifs par rapport aux conduites.

La solution complète du problème consisterait à empêcher la naissance de toute dérivation de courant provenant des rails. Comme on ne pouvait songer à isoler complètement ceux-ci, on les sectionna en un certain nombre de tronçons de faible longueur, reliés chacun par fils à un conducteur de retour isolé et placé dans le sol. Ce dispositif,

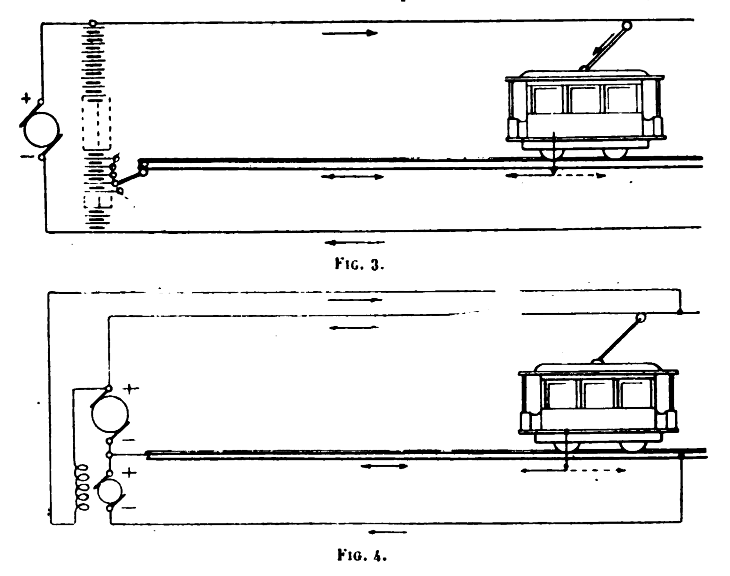



Fig. 3 et 4. — Emploi d'une source d'énergie auxiliaire, pour l'obtention d'une distribution à trois fils.

employé d'ailleurs pour l'alimentation des fils de trolley et dans les installations d'éclairage, a donné d'assez bons résultats.

M. le professeur Teichmüller, dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, préconise une autre disposition qui consiste à supprimer tout courant de retour dans les rails, en faisant agir ces derniers comme le conducteur médian d'un système à trois fils.

Le système de distribution à trois fils exige, pour que le fil moyen ne soit traversé par aucun courant, que l'on puisse, à tout instant, décomposer ce système en deux parties symétriques par rapport au troisième fil. Dans une installation de tramways, l'une des moitiés du système est formée par le conducteur du trolley, les rails et la dynamo génératrice, l'autre moitié comporte les rails, un conducteur supplémentaire de retour et une source d'énergie auxiliaire. Dans le premier circuit, les voitures automotrices constituent les résistances utiles, lesquelles manquent complètement dans le second.

La source auxiliaire d'énergie peut toutefois être mise en connexion avec les deux circuits, comme le représente la figure 3. Un commutateur permettrait de faire varier le nombre des éléments de la batterie d'accumulateurs intercalés dans l'un ou l'autre circuit. Cette disposition n'a pas encore été employée ; elle semblerait devoir donner des résultats aussi satisfaisants que celle déjà adoptée d'un moteur indépendant intercalé dans le second circuit (fig. 4). En se servant comme courant d'excitation pour la dynamo auxiliaire d'une dérivation du courant principal, on peut obtenir une régulation automatique du système, de telle sorte que, quelle que soit la charge sur la ligne, le courant traversant les rails soit nul ou du moins négligeable.

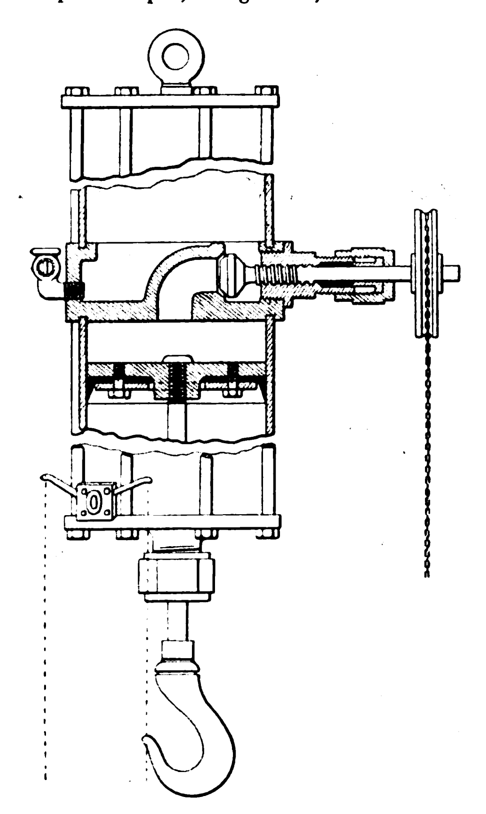
Un exemple intéressant de cette disposition est donné par l'installation récente des tramways de Bristol.

La ligne, partant du centre de la ville, se dirige vers Kingswood, à l'est, avec embranchement, à 500 mètres de l'origine, vers Staple Hill. L'usine de force est située au milieu du parcours de Bristol à Kingswood, à 3 kilom. des points terminus et à 9 kilom. de Staple Hill, en suivant les voies. Le dispositif représenté par la figure 4 est employé entre l'usine de force et un point pris sur l'embranchement de Staple Hill. De la station centrale partent deux câbles souterrains de 194 millimètres de section, reliés au point choisi, l'un au fil du trolley, l'autre aux rails. L'un de ces câbles fait partie du circuit d'excitation de la machine auxiliaire, l'autre du circuit induit. Cette disposition a eu pour effet de diminuer la perte de voltage due aux rails vers le point terminus de Staple Hill et de la ramener de 10 volts à 2 volts. La ligne est en exploitation depuis deux ans, sans que l'on ait eu à noter les inconvénients ordinaires des dérivations de courant dans le sol.

---

### Nouvel appareil de levage pneumatique.

Le piston qui supporte le crochet des appareils de levage pneumatiques n'a pas, en général, comme celui des appareils de levage hydrauliques, la fixité qu'il y aurait lieu de désirer lorsque l'on se propose de déplacer horizontalement la charge supportée, ou lorsque celle-ci se trouve soumise à des efforts de frottement.



Nouvel appareil de levage pneumatique.

Dans l'appareil de levage pneumatique, que représente la figure ci-contre empruntée à l'*American Machinist*, la position du piston est, au contraire, aussi fixe qu'elle le serait pour un piston hydraulique. Cet appareil permet, d'ailleurs, de soulever d'abord la charge d'une certaine quantité, puis, après avoir supprimé les connexions avec l'air comprimé et déplacé l'appareil avec la charge qu'il supporte, de soulever celle-ci à une hauteur plus considérable, comme le besoin peut s'en faire sentir, par exemple, lors de la coulée de fonte contenue dans une poche de fonderie.

Lorsque le piston est dans sa position inférieure extrême, le cylindre est rempli d'huile ; et la vitesse avec laquelle le piston monte, lorsque l'on admet au-dessous de lui l'air comprimé, est réglée par la soupape que l'on voit à la partie supérieure du cylindre, l'huile contenue dans ce dernier s'écoulant, lorsque le piston se soulève, à travers cette soupape dans le réservoir placé au-dessus du cylindre.

Si l'on ferme cette soupape avant que le piston ait atteint sa position supérieure extrême, et que l'on admette sous le piston la pression maximum de l'air comprimé, on comprend qu'il sera possible, lorsque la connexion avec la conduite d'amenée de l'air aura été rompue, de soulever la charge plus haut, en ouvrant simplement la soupape de réglage précédente.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 3 septembre 1900.*

**Physiologie expérimentale. — I.** — *Effets du travail de certains groupes musculaires sur d'autres groupes qui ne font aucun travail.* Note de MM. Kronecker et Cutter, présentée par M. Marey.

M. Kronecker avait observé que, dans les ascensions de montagnes qu'il faisait en vue de s'entraîner, ses yeux, naturellement hypermétropes, le devenaient moins ; il en conclut que le travail de certains groupes musculaires produit des effets qui se font sentir sur des muscles étrangers à ce travail. M. Cutter entreprit pour éclairer ce fait les expériences suivantes :

Il rechercha ce que devenait la force des muscles du groupe du biceps, lorsqu'il exerçait exclusivement ses membres inférieurs par des courses en montagne. Ces courses étaient graduées et consistaient en ascensions de sommets plus ou moins élevés. Pendant ces marches, il eut soin de ne donner à son bras aucune fatigue, de ne pas porter de canne et de ne soulever aucun objet pesant. L'examen de la puissance musculaire des bras se faisait avec un ergographe disposé spécialement pour cet usage.

Le résultat des expériences a été extrêmement net. Elles ont montré :

1° Que, si le sujet, jeune et robuste, a le système musculaire affaibli par une inaction prolongée, un exercice modéré, tel que des ascensions de 300 mètres, durant de vingt-cinq à quarante minutes et répétées une à deux fois par jour, accroissait un peu la puissance musculaire du biceps ;

2° Que des ascensions d'une durée de deux heures augmentaient nettement la force du biceps ;

3° Que des ascensions fatigantes, de 3 000 mètres de hauteur et d'une durée de dix à quatorze heures, diminuaient la force musculaire pour deux à trois jours ;

4° Que, le quatrième jour après les ascensions fatigantes, la force musculaire avait beaucoup augmenté.

De ces faits, il semble qu'on puisse conclure qu'un travail musculaire moyen fortifie même les groupes musculaires qui ne participent pas à ce travail, cet effet étant probablement dû à un accroissement de la circulation du sang et de la lymphe; et, en outre, que le travail excessif semble verser dans le sang des substances nuisibles à l'action musculaire, et que l'élimination de ces substances est nécessaire pour que les effets favorables de l'entraînement se manifestent.

II. — *Action physiologique et applications thérapeutiques de l'oxygène comprimé.* Note de M. A. Masso.

M. Haldane, d'Oxford, a montré, sur des souris, que l'oxyde de carbone cesse d'être mortel, même à 50 °/°, quand les animaux se trouvent dans l'oxygène pur à 2 atmosphères. M. A. Mosso a répété cette expérience et l'a confirmée. Il a voulu ensuite étendre cette étude aux grands animaux ; il a construit, dans ce but, des appareils en métal pouvant contenir des chiens, des lapins, des singes et capables de supporter une pression de 10 atmosphères. Il a constaté que les animaux n'étaient pas empoisonnés dans une atmosphère contenant 6 °/° d'oxyde de carbone, à la condition que la pression atteigne 2 atmosphères d'oxygène pur ou 10 atmosphères d'air. A la pression ordinaire, les animaux succombent aussitôt que la pression d'oxyde de carbone s'élève à 0,5 °/° et moins encore.

Les animaux, à la sortie des appareils contenant l'oxyde de carbone, meurent immédiatement. Mais si l'on purifie progressivement le milieu où ils se trouvent, on produit un véritable lavage du sang et, au bout d'environ une demi-heure, ils peuvent être sans danger ramenés à l'air libre.

Ces observations ont leur application immédiate dans les cas d'empoisonnement accidentel par l'oxyde de carbone. Ainsi, deux singes placés dans une atmosphère contenant 1 °/° d'oxyde de carbone étaient, au bout d'une demi-heure, complètement intoxiqués. Leur respiration était presque suspendue. A ce moment, on enleva les deux singes de la cloche. L'un d'eux, laissé sans secours à l'air libre, mourut. L'autre, placé dans l'oxygène comprimé à 2 atmosphères, se réveilla immédiatement, et au bout d'une demi-heure put être extrait de l'appareil, parfaitement rétabli.

Il arrive fréquemment, dans les explosions de mines, que des ouvriers extraits des puits survivent quelques heures et même quelques jours à l'accident, puis succombent. Ces ouvriers seraient certainement sauvés, si l'on pouvait les placer immédiatement dans l'oxygène comprimé. Pratiquement cela n'offre aucune difficulté; il suffirait d'avoir, près de l'orifice des puits, une cloche et une provision d'oxygène comprimé, comme on le trouve maintenant dans le commerce, à la pression de 120 atmosphères.

III. — *Le dernier signe de vie.* Note de M. Augustus D. Waller.

Le signe distinctif que signale M. A. D. Waller, permet de reconnaître, en quelques instants, si un organe ou un tissu quelconque, soit animal, soit végétal, est vivant ou mort.

La réaction repose sur le principe suivant :

La matière à l'état de vie répond à une excitation électrique par un courant de même sens. Cette même matière, tuée par élévation de température, ne répond plus à l'excitation, ou bien accuse un courant contraire de polarisation.

Cette réaction positive prouve, selon l'auteur, que l'objet interrogé n'est pas de la matière inerte; c'est un phénomène général caractéristique de la matière vivante, en tant que vivante, qui se constate sur les différentes parties des animaux ou des végétaux.

C'est leur dernier signe de vie, au moyen duquel on peut reconnaître sur-le-champ s'ils sont encore vivants, et même, jusqu'à un certain point, mesurer et exprimer en chiffres de *combien* ils vivent encore.

On conduit l'expérience de la manière suivante : L'objet mis en expérience est relié à un galvanomètre ; son courant propre ou accidentel est exactement compensé de façon que la fiche contrôlant le galvanomètre puisse être enlevée et replacée sans causer de déviation. Cette fiche étant en place (galvanomètre court-circuité), une excitation électrique est lancée au travers de la préparation. Aussitôt après, la fiche de l'excitateur est replacée, et celle du galvanomètre est enlevée. Celui-ci accuse ou n'accuse pas le *coup de feu* provenant de l'objet. On répète la manœuvre avec excitation en sens contraire.

S'il y a *coup de feu* dans les deux directions, ou dans une direction seulement, l'objet est *vivant*. S'il n'y a pas coup de feu, l'objet est *mort*.

La valeur électromotrice de la réaction varie avec la nature de l'objet, l'intensité de l'excitation et l'espace de temps écoulé après celle-ci jusqu'à l'établissement du circuit galvanométrique. Elle se mesure ordinairement en centièmes et millièmes de volt; elle diminue plus ou moins rapidement avec l'extinction progressive de la vitalité; elle est entièrement effacée par l'ébullition.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Le développement des chemins de fer russes.** — Le réseau des chemins de fer russes s'est développé très rapidement en ces dernières années, notamment à la suite des grands travaux qui ont été exécutés en Asie. Une statistique officielle russe a récemment donné à ce sujet quelques détails intéressants que résument les *Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 1er août.

Au 1er janvier 1900, le développement des chemins de fer russes atteignait environ 52 240 kilomètres, dont 9 900 à double voie. Dans ce nombre total, les chemins de fer de l'État figuraient pour 26 630 kilomètres, dont 8 000 à double voie. Les Compagnies privées exploitaient 17 760 kilomètres, dont 1 600 à double voie. Le développement des chemins de fer locaux était de 800 kilomètres et celui des chemins de fer de la Couronne, en Asie, de 7 000 kilomètres. Enfin, il y avait en construction près de 1 100 kilomètres de voies ferrées.

#### CHIMIE INDUSTRIELLE

**Les industries chimiques aux États-Unis.** — Le *Journal of the Society of Chemical Industry* donne, dans son numéro de juillet, un aperçu de l'état actuel des industries chimiques aux États-Unis :

*Acide sulfurique.* — L'acide sulfurique fabriqué est surtout destiné aux engrais et aux superphosphates. Le phosphate se trouvant dans quelques États, l'industrie de l'acide sulfurique s'y est localisée : 75 usines d'engrais, situées dans le sud de Maryland, produisent de l'acide sulfurique.

Voici le tableau des pyrites et du soufre, produits ou importés :

| | 1897 — Tonnes (1) | 1898 — Tonnes. |
|---|---|---|
| Pyrites (à 43 °/° de soufre) des États-Unis | 128.618 | 185.298 |
| Pyrites (à 49 °/° de soufre) importés | 259.546 | 171.870 |
| Soufre de la Louisiane et de l'Utah | 1.696 | 2.680 |
| — importé de Sicile | 138.846 | 159.790 |

La production en acide sulfurique 50° B. a été de 1 097 771 petites tonnes en 1897, et de 1 679 203 petites tonnes en 1898.

Les raffineries de pétrole consomment une grande quantité d'acide sulfurique (2 °/° du volume de l'huile raffinée). Comme cet acide ne perd pas son acidité pendant l'opération, il est régénéré pour servir à nouveau ou pour être cédé aux fabriques de superphosphates.

*Engrais.* — Les engrais constituent l'une des branches les plus importantes de l'industrie chimique aux États-Unis. Il est vendu annuellement 1,5 million de tonnes d'engrais artificiels. Les fabriques de superphosphates emploient surtout les phosphates de Tennessa, de la Floride du Sud, de la Caroline et de quelques autres États.

La totalité des sels de potasse et du nitrate de soude est importée; mais la plupart des composés azotés, le sulfate d'ammoniaque provenant des usines à gaz et les matières animales provenant des abattoirs, sont fournis par le pays même.

Vingt-neuf États ont édicté des lois exigeant que les caisses contenant les engrais portent l'indication du nom du fabricant et les pourcentages d'azote, d'acide phosphorique et de potasse solubles dans l'eau.

*Sel.* — Le sel n'a été, pendant fort longtemps, extrait que des eaux salées, quoiqu'il existât de riches gisements de sel gemme dans la Louisiane et l'État de New-York. Depuis peu, on a introduit de nouveaux procédés qui permettent de produire du sel de meilleure qualité. La production totale, en 1899, a atteint 3 000 000 de tonnes.

*Soude.* — Il y a vingt ans, la soude n'était pas fabriquée aux États-Unis. Depuis l'introduction du procédé Solvay, quatre usines se sont fondées : la Solvay Process C°, qui possède un établissement à Syracuse et un autre à Détroit, produisant ensemble environ 1 000 tonnes de soude par jour ; les Mathieson Alkali Works, à Saltville, produisant journellement 200 tonnes, et J. B. Fard et fils, à Wyandatte, fabriquant 200 tonnes par jour également.

*Borax.* — L'industrie du borax et de l'acide borique est des plus importantes aux États-Unis qui en sont les plus grands producteurs. Leur fabrication a consommé, en 1899, 24 068 tonnes de borate de chaux.

*Gaz liquéfiés.* — On a commencé par fabriquer de l'acide sulfureux liquide, employé dans la fabrication de la glace et comme désinfectant.

Ensuite, on a fait de l'ammoniaque liquéfiée, qui est fabriquée aujourd'hui en grand pour divers usages ; et de l'acide carbonique liquide.

On fait aussi du protoxyde d'azote et de l'air liquides. Ce dernier est fabriqué en grand par M. Tripler, de New-York.

*Aluminium, carborundum, etc.* — La fabrication de l'aluminium est très importante, et presque toute localisée à Niagara. C'est également le cas pour le carborundum ainsi que pour le graphite artificiel.

On a également monté des usines à soude caustique. C'est le procédé Castner, qui est employé.

Le chlorate de potasse est fabriqué électrolytiquement par le procédé Gibbs et Franchot.

*Carbure de calcium.* — L'industrie du carbure de calcium est en pleine prospérité aux États-Unis ; elle est presque entièrement entre les mains de l'Union Carbid C°, qui possède deux établissements, l'un, le plus grand, au Niagara, l'autre à Marie. La production de l'Union Carbid C° est d'environ 1 000 tonnes par mois.

*Ferro-chrome et alliages divers.* — La Wilson Aluminium C° fabrique le ferro-chrome, elle en fait 60 tonnes par mois, mais sa production pourrait atteindre 120 tonnes. Le produit est garanti contenir 10 parties de chrome pour une partie de fer.

La même Compagnie fabrique le ferro-titane, contenant de 15 à 83 °/° de titane; le ferro-silicium,

(1) La tonne vaut 1 016kg 047.

contenant 25 à 40 °/。 de silicium, et le silicium presque pur à 97 °/。.

Le cuivre silicié est fabriqué par le Cowles Electrical Furnace, à Lockport, et s'emploie pour la purification du cuivre. Il est garanti contenir 10 °/。 de silicium.

*Alcools.* — La fabrication de l'alcool et des boissons alcoolisées a acquis une très grande importance aux États-Unis. Les 75 °/。 du grain employé pour cette industrie sont le maïs; viennent ensuite le riz et le malt.

*Poudre sans fumée.* — La poudre sans fumée est régulièrement fabriquée aux États-Unis pour l'armée et la marine. On y produit de 12 à 18 000 livres de nitro-cellulose.

Il y a deux ans, l'armée employait une poudre sans fumée contenant 25 °/。 de nitro-glycérine et 75 °/。 de nitro-cellulose; aujourd'hui, on n'emploie plus de nitro-glycérine.

ÉLECTRICITÉ

**La conductibilité électrique des conduites d'eau.** — Pendant ces quatre dernières années, tandis que l'on posait les conduites principales du réseau de distribution d'eau des Massachusets Metropolitan Water-Works (États-Unis), on a eu une occasion favorable de faire, sur l'électrolyse des conduites d'eau, des études dont les résultats ont été communiqués dernièrement par M. W. E. Foss à la New England Water-Works Association. L'*Engineering Record*, du 11 août, en donne le résumé.

Quand on commença ces recherches, vers la fin de 1896, on se proposa d'abord de déterminer la résistance électrique des conduites d'eau de diamètres variés, et l'on effectua, toutes les fois que l'occasion favorable se présentait, des mesures destinées à déterminer ces résistances. On a trouvé que la conductibilité des conduites d'eau ordinaires, pour lesquelles on n'avait pas cherché à obtenir aux joints un contact électrique uniforme, variait considérablement pour des conduites de même diamètre et même pour différentes sections d'une même conduite. Toutes les mesures furent faites sur des conduites, posées dans le sol, en y faisant passer un courant connu et en déterminant la chute de potentiel pour une longueur donnée de la conduite. L'intensité du courant employé a varié de 10 à 140 ampères.

Pendant la pose des conduites, on a obtenu des courants de 20 à 100 ampères en reliant par un fil de cuivre les extrémités de deux sections, avant que ces sections fussent réunies par un joint. A l'endroit où l'on mesura le courant le plus intense, une pointe de 2mm5 de diamètre se trouva portée au blanc lorsqu'on la plaça entre les extrémités de deux sections de conduite de 1m20 de diamètre, avant qu'elles fussent réunies par leur manchon.

Dans une lettre adressée à la même Société, M. E. E. Bromwell fait remarquer que la résistance électrique des conduites d'eau posées dans les rues parallèlement à d'autres conducteurs, tels que des conduites d'eau ou de gaz, ne peut jamais être déterminée avec exactitude. En outre, la résistance des conduites de gaz, en même matière et de mêmes dimensions que des conduites d'eau, est de 10 à 15 °/。 plus élevée que celle de ces dernières.

L'auteur termine en reproduisant, en un tableau, les résultats d'expériences faites avec toutes les précautions possibles pour obtenir des chiffres exacts. Le courant était fourni par des accumulateurs, et les conduites étaient complètement isolées de tous autres conducteurs et de toute influence électrique quelconque, le sol dans lequel elles étaient posées, depuis 5 à 10 ans, constituant le seul facteur variable.

HYDRAULIQUE

**Des travaux de correction des cours d'eau.** — M. Ignaz Pollak, dans la *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architecten-Vereines*, du 3 août, fait une étude relative aux méthodes de détermination du régime des cours d'eau et aux travaux de correction et de protection à entreprendre, dans chaque cas particulier, soit pour les besoins de la navigation, soit pour la sécurité des riverains.

L'auteur envisage successivement les travaux ayant pour but la modification du tracé d'un cours d'eau, la suppression des coudes et l'uniformisation de la pente; ceux qui ont pour objet de protéger les rives au moyen de digues, et enfin ceux qui permettent, par la canalisation d'une rivière, d'en approfondir suffisamment le cours, pour la rendre accessible aux navires de fort tonnage.

La plus grande partie de l'étude est consacrée à des considérations générales sur les méthodes employées dans les divers pays pour déterminer la nature des dégradations faites sur les rives, suivant la vitesse du courant, le débit du fleuve et la nature des terrains. A ce sujet, sont résumés les travaux et les théories de MM. Sexauer, Mailath et Hochenburger, en Autriche; de M. Thomson, en Angleterre; de M. Lokhtine, en Russie; du professeur Engels, en Allemagne; de MM. Girardon, La Fargue, Bresse, Imbeaux et Lechalas, en France. L'auteur termine en examinant quelle est la solution qui présente, dans le cas général, le plus d'avantages au point de vue de la navigation, de l'établissement d'un canal latéral à un fleuve ou de la canalisation du fleuve lui-même.

HYGIÈNE

**L'hygiène à l'Exposition de 1900.** — M. le docteur Henry Thierry, dans une étude sur l'hygiène à l'Exposition de 1900, publiée par le *Bulletin médical*, du 25 août 1900, constate que les industriels sanitaires, en France, ont, depuis 1889, réalisé de remarquables progrès et sont parvenus à arracher à l'étranger, principalement à l'Angleterre, le monopole de la fabrication des appareils sanitaires. S'efforçant de traduire en applications pratiques les données spéculatives des savants, les grandes maisons industrielles françaises se sont occupées des questions multiples qui constituent l'hygiène des habitations sous ses différentes formes : installations de luxe; installations administratives; appareils économiques.

L'auteur cite les intéressantes applications des grès vernissés, céranes, porcelaines, faïences, à la cuisine, aux cabinets de toilette et aux cabinets d'aisance, et signale les modèles les plus pratiques parmi les appareils affectés à cette dernière destination. Il consacre aussi quelques lignes aux canalisations sanitaires, dont les meilleures seraient en grès vernissé, à condition, toutefois, que les joints en soient parfaits.

M. Thierry termine son travail par quelques détails sur les applications des fontes émaillées, des plomberies, des urinoirs à huile et des ciments, à l'assainissement des constructions; ces derniers se prêtent facilement à tous les travaux d'égout et d'amenée d'eau.

**Fonctionnement de l'installation de décantation et de filtration des eaux d'Albany (États-Unis).** — L'*Engineering News*, du 9 août, publie, d'après des renseignements qui lui ont été fournis par M. G. I. Bailey, les résultats du fonctionnement, depuis près d'un an, de l'installation destinée à la purification des eaux servant à l'alimentation de la ville d'Albany (N. Y.).

La période considérée comprend 319 jours de fonctionnement, pendant lesquels on a filtré 17 300 000 mètres cubes d'eau, soit environ 55 000 mètres cubes par jour. C'est la quantité d'eau la plus importante qui ait jamais été filtrée, pendant un aussi court espace de temps, dans aucune usine de filtration aux États-Unis.

L'auteur a choisi cette période de 319 jours parce qu'elle représente un cycle d'opérations. Pendant ce temps les couches filtrantes ont été remaniées 77 fois. Ce travail et les frais d'entretien ont coûté 9 fr. 70 par million de gallons (4 540 mètres cubes), ce qui est bien au-dessous de 12 fr. 50, dépense prévue. Les dépenses du travail chimique et bactériologique se sont montées, pour la même quantité d'eau, à 1 fr. 70. Le travail des pompes a coûté 11 fr. 10 par million de gallons, au lieu de 7 fr. 50, dépense prévue. Cet excédent de dépenses est dû, d'une part, à ce que le rendement des pompes est inférieur au rendement spécifié, et, d'autre part, à la hausse du charbon, de l'huile et autres fournitures.

Le résultat, en ce qui concerne la suppression des bactéries, a été satisfaisant, et, aussitôt que l'installation a commencé à fonctionner, le nombre des cas de fièvre typhoïde a diminué.

L'auteur donne encore d'autres renseignements intéressants sur la coloration de l'eau, sur son état plus ou moins trouble, sur la présence du bac. coli communis, etc. Des tableaux groupent, d'ailleurs, les principaux chiffres relatifs au fonctionnement de l'installation.

MINES

**Des gisements de minerais de fer oolithiques dans le Luxembourg et la Lorraine.** — M. P. Kelecom, Ingénieur aux hauts fourneaux de Fontoy, résume dans la *Revue universelle des Mines*, de juillet 1900, une intéressante étude de M. L. Hoffman, sur les gisements de *minettes* du Luxembourg et de la Lorraine.

Ces gisements, qui ont acquis une si grande importance dans la métallurgie du fer, forment une zone de 100 kilom. de longueur sur 20 à 30 kilom. de largeur. Ils partent du sud-ouest du Luxembourg, poussent une pointe en Belgique et traversent l'ouest de la Lorraine allemande et la partie voisine de la Lorraine française pour venir se terminer au sud, dans les environs de Nancy.

Ils se partagent, le plus souvent, en cinq couches, qui atteignent, dans le nord de la Lorraine, 61 mètres d'épaisseur, dont 32 mètres de minerai. Dans le sud de la Lorraine, le gisement de minettes n'a plus que trois couches, avec 15 mètres d'épaisseur, dont 4m50 de minerai.

Dans la direction est-ouest (direction principale du pendage des couches), l'épaisseur du gisement varie également : de 12 mètres dans la Lorraine allemande, elle passe à 30 mètres à la frontière française; au delà, l'accroissement de puissance continuerait et, à la limite actuelle du gisement reconnu, l'épaisseur serait de 50 mètres.

La teneur en fer du minerai, qui est maximum dans le Luxembourg et le nord de la Lorraine, comporte, jusqu'à la frontière sud de la Lorraine allemande, une diminution graduelle; elle atteint 45 °/。 dans les morceaux choisis, mais la moyenne est d'environ 30 °/。. La teneur en CaO varie entre 5 et 20 °/。; celle en $SiO^2$ entre 7 et 34 °/。, et celle en $Al^2O^3$ entre 2 et 10 °/。. L'acide phosphorique est assez constant; sa teneur moyenne est de 1,7 °/。.

Dans le Luxembourg, le gisement de fer oolithique couvre une surface d'environ 37 kilom. carrés; en 1898, la production y a atteint 5 348 951 tonnes de minerai.

La superficie du gisement allemand est d'environ 414 kilom. carrés et, en 1897, on en a extrait 5 360 586 tonnes de minette.

D'après les évaluations récentes de M. Rolland, le gisement français exploitable couvre une superficie de 540 kilom. carrés; en 1897, l'extraction y a atteint 4 120 000 tonnes.

NAVIGATION

**Moyen d'obtenir l'étanchéité des poteaux-tourillons des portes d'écluses.** — L'étanchéité des portes d'écluses a préoccupé souvent les constructeurs, surtout lorsque l'alimentation en eau est laborieuse et compliquée, ainsi que cela se présente pour le bassin à flot de Bordeaux. Celui-ci, en effet, n'eut au début, pour s'alimenter en eau propre, que l'appoint de trois puits artésiens forés à 220 mètres de profondeur. Plus récemment, l'installation d'une prise d'eau, avec déversoir mobile, laissant pénétrer les couches supérieures de l'eau de Garonne, élevée dans le bassin par une pompe puissante, améliora cette situation; mais la nécessité d'économiser l'eau se faisait toujours sentir.

Il fallut chercher à remédier aux fuites qui pouvaient se produire par les portes des écluses, fuites qui s'élevaient approximativement de 8 à 10 000 mètres cubes par vingt-quatre heures, déterminant, dans le bassin, un abaissement de niveau de 0m08 à 0m10.

L'ajustage sur place de nouvelles fourrures en bois améliora bien le contact des poteaux busqués entre eux et des heurtoirs avec les buscs, mais pour les poteaux-tourillons le problème restait entier.

M. P. Meunier, Ingénieur des Ponts et Chaussées, décrit dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1er trimestre 1900), le dispositif, qu'en collaboration avec M. Laurence, il appliqua, en 1894, aux quatre paires de portes d'èbe des extrémités des deux écluses, en vue de parer à cette déperdition.

Ce dispositif est basé sur l'utilisation des propriétés élastiques du caoutchouc. Il consiste dans l'application d'une gaine en fonte, boulonnée verticalement sur le bordé de chaque vantail, et dans laquelle est ménagée une gorge en queue d'hironde qui reçoit un boudin en caoutchouc faisant saillie.

La gaine est placée de telle façon, le long du vantail, que, malgré l'excentricité, le boudin en caoutchouc vient s'appliquer normalement, lors de la fermeture, sur le chardonnet régularisé auparavant suivant un petit chanfrein.

Du léger écrasement produit par la pression de l'eau sur la face amont de la porte, résulte une étanchéité complète.

Après application de ces gaines et boudins à la porte d'èbe amont de la petite écluse, celle-ci fut soumise à la pression de la retenue du bassin, le sas

restant à sec, pendant une durée de 45 jours; sur une hauteur de 9 mètres, pas une goutte d'eau ne s'échappa des tourillons. Après la libération de la porte par la mise en eau du sas, il fut constaté qu'aucun décollement ne s'était produit entre le caoutchouc et la pierre du chardonnet, mais seulement une cessation de contact. Ce fait simplifiait beaucoup, en cas de détérioration, le remplacement ultérieur du boudin caoutchouc qu'il suffisait d'étirer pour l'insérer dans sa gaine.

Depuis cinq ans que ces dispositifs sont en place, ils ont parfaitement rempli leur destination, sans avoir encore nécessité aucune réparation.

La dépense, correspondant à environ 60 francs par mètre courant, se totalisa à 1 100 francs. M. Meunier estime que ce prix pourrait, sans doute, être réduit dans des installations analogues. Il insiste particulièrement sur les soins qu'il y a lieu d'apporter à l'adaptation de la gaine sur le vantail.

**De la construction des phares.** — Dans les *Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, des 15 juillet et 1er août, M. Geitel publie une longue étude sur la construction des phares.

Remontant aux plus lointaines origines, il fait un historique détaillé de la question, en citant tout d'abord le phare d'Alexandrie, une des sept merveilles du monde, construit 300 ans avant l'ère chrétienne, et les phares de l'époque romaine, simples tours au sommet desquelles on allumait des feux de bois. Il étudie ensuite le phare de Cordouan, à l'embouchure de la Gironde, commencé en 1584 par Louis de Foix et terminé en 1611 par François Boucher, et résume brièvement les progrès successifs accomplis en rappelant que tout d'abord ce phare fut pourvu d'un feu de bois, qu'à partir de 1717 on y brûla de la houille, qu'on y installa en 1782 des lampes à pétrole avec mèches plates et réflecteurs, et, en 1791, les premières lampes à huile à double appel d'air, et qu'enfin on y appliqua, en 1823, les premiers appareils de Fresnel.

Après avoir fait ressortir les progrès réalisés par l'adoption de ces appareils, il note les travaux de Pintsch, qui ont rendu pratique la construction des phares flottants et l'éclairage des balises. Il fait ensuite une étude comparative des diverses sources de lumière employées : huile, pétrole, gaz d'éclairage, et note les essais récemment tentés pour l'éclairage par le gaz avec incandescence par manchons Auer. L'éclairage électrique donne lieu à des développements particuliers.

M. Geitel passe enfin à l'étude des appareils lenticulaires de Fresnel, qu'il décrit en détail, ainsi que les perfectionnements qui y ont été apportés par Thomas Stevenson. Il termine par quelques explications relatives aux feux tournants et aux feux-éclairs et par des considérations sur la visibilité des diverses sources lumineuses et sur la portée des phares.

### PHYSIQUE INDUSTRIELLE

**De la dilatation des pâtes céramiques.** — En 1898, M. Coupeau s'était occupé, sous les auspices de la Société d'Encouragement, de la dilatation des pâtes céramiques; ses recherches, qui avaient porté sur des produits industriels ou sur des pâtes de composition voisine, mirent en évidence le rôle capital des divers états de la silice contenue dans les pâtes. M. Chantepie, aide-préparateur à l'École des Mines, a continué ces recherches et a précisé le rôle des différents éléments pouvant entrer dans la composition des pâtes céramiques. Il publie, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de juillet 1900, le résultat de ses expériences qui ont été faites en partant de deux pâtes fondamentales présentant les compositions suivantes :

| Pâte argileuse | Pâte siliceuse |
|---|---|
| $2\,SiO^2\,Al^2\,O^3$ | $10\,SiO^2\,Al^2\,O^3$ |

La première était constituée par un mélange à poids égaux de kaolin et d'argile de Mussidan. La seconde, par un mélange en proportions voulues de sable quartzeux broyé très fin et d'argile de Mussidan.

L'auteur a résumé ses résultats dans des courbes et des tableaux.

Il donne d'abord les résultats relatifs à la pâte argileuse mélangée successivement à 20 et 70 °/o d'acide titanique, à de l'oxyde de fer, de cuivre, de chrome, de manganèse, de plomb, à du feldspath des Pyrénées, à du verre blanc, du plâtre, de la craie, à du borate de zinc, du fluorure de calcium, à de l'oxyde de zinc, à de l'alumine et à du carbonate de lithine.

Les résultats de la deuxième série d'expériences concernent la pâte siliceuse avec additions successives de chaux, de chaux et de potasse, d'oxydes de zinc, de manganèse, de cuivre, de carbonate de lithine et de magnésie.

### TRAMWAYS

**Les Tramways électriques de Genève (Suisse).** — Le *Street Railway*, du mois d'août, étudie le nouveau réseau de tramways électriques de Genève, destiné à remplacer et à compléter les tramways précédemment existants, réseau que l'on est en train d'installer sous la direction de M. Stephen D. Field, Ingénieur américain, et de M. A. Kundig, Ingénieur suisse.

Les anciennes lignes et celles que l'on construit formeront un réseau d'environ 160 kilom. Les bureaux, la remise et les ateliers de la Compagnie sont situés sur la presqu'île formée par le confluent du Rhône et de l'Arve, et couvrent une superficie d'environ 2 hectares. La remise, qui peut actuellement contenir 50 voitures, est susceptible d'agrandissement.

On a adopté, pour tout le réseau, une largeur de voie de 1 mètre, à cause du peu de largeur d'un certain nombre de rues. M. Field a imaginé, pour desservir les rues les plus étroites, un type de voitures qui n'a que 1m70 de largeur et comporte des sièges pour 18 personnes et 8 places debout. Mais le type que l'on adoptera d'une façon générale aura 2 mètres de largeur totale, bien que les règlements municipaux autorisent l'emploi de voitures de 2m20 de largeur. La Compagnie possède actuellement 36 voitures; elle en fait construire 90 autres munies de moteurs et de contrôleurs Westinghouse.

Les rails employés en ville pèsent 53 kilogr. le mètre courant; dans les faubourgs, ils ne pèsent que 34 kilogr. Tous les feeders sont contenus dans des conduites en terre cuite, formées de tronçons de 0m70 de longueur, percés chacun de deux conduits de 0m063 de diamètre.

La Compagnie achète sa force motrice électrique à la ville, qui l'obtient à l'usine hydro-électrique de Chèvres, située sur le Rhône, en aval de Genève, et qui a déjà été signalée dans le *Génie Civil* (1). Le prix payé à la ville est de 12 centimes par kilowatt-heure jusqu'à concurrence de 1 800 000 kilowatts-heure par an, et de 9 centimes par kilowatt-heure pour le surplus.

Cinq ans ont été accordés à la Compagnie pour l'exécution de son réseau; son privilège durera 65 ans. Le tarif qu'elle est autorisée à appliquer est de 10 centimes pour le premier kilomètre, et de 5 centimes pour chaque kilomètre en plus.

### TRAVAUX PUBLICS

**Les travaux d'exécution de la nouvelle fosse aux turbines de Niagara Falls.** — Dans l'*Electrical Review* du 15 août, M. O. E. Dunlap rend compte de l'état actuel des travaux d'exécution de la nouvelle fosse aux turbines de l'usine hydro-électrique de la Niagara Falls Power Co, aux chutes du Niagara.

C'est au mois de novembre dernier, comme l'a déjà indiqué le *Génie Civil* (2), que la National Contracting Co a commencé les travaux de cette nouvelle fosse aux turbines. A cette époque, on comptait que les travaux exigeraient vingt mois, et il y a tout lieu de croire, d'après la partie déjà exécutée, que ce délai ne sera pas dépassé et que ce gigantesque travail sera terminé au mois de juin 1901. Les dimensions de la fosse seront alors de 141m15 de longueur, 4m90 de largeur au-dessous du plancher des turbines et 5m30 au-dessus de ce plancher; enfin sa profondeur sera approximativement de 55 mètres. Actuellement on est déjà descendu à 23 mètres. On travaille jour et nuit, l'éclairage étant assuré par dix lampes à arc placées dans la fosse et par un projecteur électrique, qui est placé au sommet d'une tour de 9m15 et que l'on peut orienter à volonté.

La fosse est desservie par un transporteur aérien par câble; ce dernier a 0m065 de diamètre et permet de soulever 10 tonnes. Il est supporté par deux tours placées aux extrémités de la fosse et ayant, l'une 9m15, l'autre 18m30 de hauteur.

Au fur et à mesure de la construction des murs de revêtement des parois de la fosse, on met en place les différentes pièces métalliques encastrées, destinées à supporter les paliers, les entretoises et les conduites d'eau. En employant la dynamite, on a soin d'éviter tous les ébranlements capables de nuire à l'ancienne fosse.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, no 19, p. 352.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, no 7, p. 123.

Comme on le sait, la nouvelle fosse est destinée à recevoir 11 unités de 5 000 chevaux chacune, soit 55 000 chevaux, ce qui, avec les 50 000 chevaux de l'usine hydro-électrique actuelle, portera à 105 000 chevaux la puissance des installations de la Niagara Falls Power Co.

Sur le canal d'amenée, en avant de la nouvelle fosse, on a construit un énorme batardeau de 167m65 de longueur. Il est constitué par deux *cribs* en charpente, garnis de blocs de pierres, et entre lesquels est placé un barrage imperméable en argile. Le canal d'amenée a d'ailleurs été prévu avec un débit suffisant pour alimenter les deux groupes de turbines.

Le puits creusé jusqu'à la tête du tunnel, en un point du canal d'amenée situé en face de l'usine, a été terminé, et les travaux de prolongement du tunnel ont été exécutés sur une longueur de 61 mètres.

Les travaux de la nouvelle fosse aux turbines sont exécutés sous la direction de M. Walter Mac Culloh, Ingénieur de la National Contracting Co. Le nombre des ouvriers est actuellement d'environ quatre cents.

## Ouvrages récemment parus.

**La réglementation des chemins de fer d'intérêt local, des tramways et des automobiles, par** A. Doniol, inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite. — Un volume grand in-8o de 365 pages *(Encyclopédie des Travaux publics)*. — Ch. Béranger, éditeur; Paris, 1900. — Prix : 10 francs.

Les travaux publics intéressant plusieurs communes ne peuvent être déclarés d'utilité publique qu'après une enquête. Dans l'introduction de son ouvrage, M. A. Doniol étudie d'abord les formalités de cette enquête qui sont réglées par l'ordonnance du 18 février 1834 ou par le décret du 18 mai 1881. Il fait ensuite l'historique de la réglementation concernant la construction et l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local et des tramways. Les principales conditions techniques à observer pour ces lignes, ont d'abord été fixées par le règlement d'administration publique du 6 août 1881, et par deux cahiers des charges-types portant cette même date. Cette réglementation a été modifiée par divers décrets de 1894, 1898 et 1899; enfin le décret du 13 février 1900 y a apporté de nombreuses modifications.

M. A. Doniol examine successivement ces modifications. Il ne se borne pas à donner un commentaire de la réglementation applicable à toutes les lignes sans exception; il indique, en outre, les dispositions spéciales qu'il pourrait, à son avis, être utile d'insérer dans le cahier des charges d'une concession de chemins de fer ou de tramways, si les circonstances locales justifient l'adoption de ces variantes.

Le premier chapitre est consacré au règlement d'administration publique concernant l'établissement et l'exploitation des voies ferrées sur le sol des voies publiques; le second, au cahier des charges-type pour la concession des chemins de fer d'intérêt local, et le troisième au cahier des charges-type pour la concession des tramways. Le dernier chapitre concerne la réglementation des automobiles.

A son ouvrage, l'auteur a annexé les documents officiels concernant les chemins de fer d'intérêt local et les tramways, et ceux concernant les automobiles sur routes.

**Die Berechnung der Zentrifugalregulatoren, par** J. Bartl, professeur à l'École technique supérieure de Graz. — Un volume grand in-8o de 88 pages avec 27 figures dans le texte. — Arthur Félix, éditeur; Leipzig, 1900. — Prix : 3 marks 50.

Les procédés exposés par M. J. Bartl dans cet ouvrage, consacré au *calcul des régulateurs centrifuges*, exigent l'usage tantôt du dessin, tantôt du calcul, mais ils ne nécessitent pas l'emploi d'expressions trigonométriques compliquées, et la méthode que donne l'auteur pour le calcul des longueurs et des poids est une méthode toute nouvelle. Il indique d'ailleurs également le moyen de déterminer d'une façon simple la résistance propre du régulateur et l'influence de la masse des bielles.

Son ouvrage est divisé en deux parties, consacrées l'une aux régulateurs à poids, l'autre aux régulateurs à ressort.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 21. N° 954. Samedi 22 Septembre 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Manutention mécanique du charbon et du coke dans les usines de la Compagnie parisienne du Gaz *(planche XXXI)*, p. 369; J. Laverchère. — **Exposition de 1900** : Les transports électriques de l'Exposition : Chemin de fer électrique et Plate-forme mobile *(suite et fin)*, p. 375; Alfred Boudon; — Les aciers moulés à l'Exposition de 1900 *(suite et fin)*, p. 379; A. Abraham. — **Variétés** : La Viscose et le Viscoïde, p. 382; — Joint-raccord pour tuyaux de vapeur en cuivre, p. 382.
Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (10 septembre 1900), p. 383. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 383. — Ouvrages récemment parus, p. 384.

*Planche XXXI :* Manutention mécanique du coke dans les usines de la Compagnie parisienne du Gaz.

## MÉCANIQUE

### MANUTENTION MÉCANIQUE DU CHARBON ET DU COKE dans les usines de la Compagnie parisienne du Gaz.

*(Planche XXXI.)*

La Compagnie parisienne du Gaz expose, classe 29, à l'Exposition universelle, un intéressant tableau (fig. 3 et 4) qui, sous forme synoptique, montre les différents systèmes de manutention mécanique employés dans ses usines, pour le charbon et pour le coke.

Nous nous proposons de faire connaître ici ces installations mécaniques qui, en grande partie du moins, sont susceptibles d'autres applications. D'ailleurs, si la manutention du charbon offre quelques dispositions intéressantes à signaler, c'est la manutention mécanique du coke, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler dans le *Génie Civil* (1) qui est, dans les usines à gaz de la Compagnie parisienne, de beaucoup la plus perfectionnée et sur laquelle nous aurons à nous étendre ici plus longuement.

**Manutention du charbon.** — A l'usine de Clichy, l'une des plus importantes, sinon la plus importante de la Compagnie parisienne, le charbon est amené par bateau. Une grue avec moteur à gaz, autrefois décrite dans le *Génie Civil* (2), est installée à l'extrémité d'une estacade s'avançant sur les bords de la Seine; elle prend le charbon dans les bateaux, l'élève et le dépose dans des wagons qui, une fois remplis,

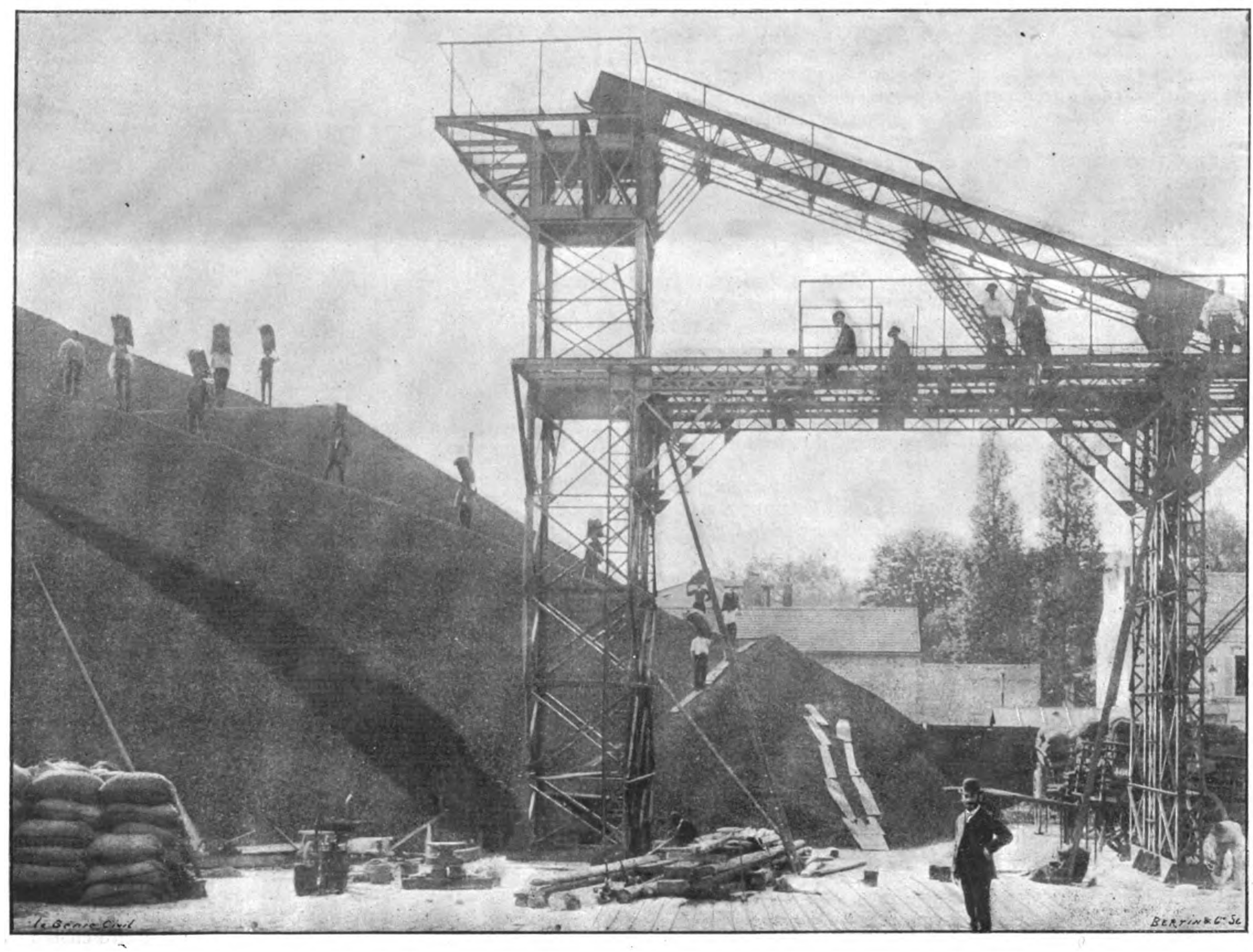


Fig. 1. — Manutention du coke : Ancien procédé de mise au tas du coke pendant le montage des nouveaux appareils.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 24, p. 385.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 13, p. 197.

sont conduits sur un petit viaduc aux trémies-réserves ou aux dépôts de l'usine, à l'aide d'une locomotive à vapeur.

Ces wagons sont de deux sortes : les uns, s'ouvrant latéralement, permettent de faire les tas placés à droite et à gauche de la voie; les autres s'ouvrent, au contraire, par le fond et servent à compléter le tas dans la partie qui se trouve sous la voie. Ils sont du modèle communément usité dans l'exploitation des mines.

Dans les autres usines, le charbon est amené aux dépôts ou aux trémies-réserves par des voies aériennes, raccordées directement aux différents réseaux des Compagnies de chemins de fer.

Comme exemple de ce mode d'exploitation, nous citerons l'usine à gaz du Landy, où les charbons sont apportés directement par les wagons des Compagnies de chemins de fer. Ceux-ci, pénétrant dans l'usine par une rampe d'accès, arrivent sur un terre-plein d'où partent des estacades supportant des voies aériennes. Ces voies se dirigent soit vers les ateliers de distillation, soit au-dessus des parcs formant réserve.

Le charbon qui arrive au droit des ateliers de distillation est déchargé dans des trémies métalliques spéciales. Le déchargement du wagon s'y fait soit par les portes latérales, soit par le fond qui est mobile. Dans ce dernier cas, 20 tonnes de charbon sont déchargées sans qu'on ait aucun effort à faire.

Si le charbon est destiné aux réserves, il y arrive par voies aériennes et la locomotive fait la manœuvre; le déchargement s'opère dans les mêmes conditions qu'à Clichy sur le petit viaduc.

Lorsque le charbon a été déposé dans les parcs et qu'il y a lieu de le distiller, il est repris dans des wagons circulant sur des voies mobiles.

Le train ainsi formé est remonté directement par les locomotives de l'usine dans les trémies-réserves de la distillation.

Ce mode d'alimentation des ateliers, qui supprime toute élévation mécanique du charbon, constitue le système le plus économique de transport du charbon de la mine à l'atelier même.

Le résultat est important si l'on considère que, dans cette usine, les approvisionnements s'élèvent annuellement à 150 000 tonnes.

La surface couverte par les parcs à charbons sera, dans l'avenir, de 95 000 mètres carrés.

Une pareille surface peut paraître considérable, mais elle est justifiée par l'importance des stocks que la Compagnie doit avoir constamment en magasin, contrairement à ce qui se passe dans certaines usines de l'étranger où les approvisionnements peuvent être constitués, pour ainsi dire, journellement par les trains de chemin de fer ou par la navigation.

Le charbon, qui a été mis en tas par catégorie, est repris dans les réserves-dépôts à l'aide de voitures spéciales; il est pesé, puis distribué devant les fours.

La distillation se fait en employant des charbons de diverses provenances, qui sont mélangés, avant leur chargement dans la cornue, en proportions déterminées; les tas doivent donc être disposés en vue de ce genre d'exploitation.

La manœuvre des portes des réserves est intéressante à signaler.

Le charbon se déverse, des trémies dans les voitures, par une goulotte à panneau mobile (fig. 2). En donnant une inclinaison qui varie de l'horizontale à 45°, on obtient l'écoulement du charbon avec la vitesse que l'on désire.

Ce système, déjà employé dans les mines, se prête au remplissage des petits camions dans les usines, comme à celui des grandes voitures qui sont chargées aux trémies-réserves, installées par la Compagnie pour la réception des charbons dans les gares du chemin de fer de Ceinture.

**Manutention du coke.** — De tout temps la Compagnie s'est préoccupée de diminuer les efforts imposés à ses ouvriers par les travaux manuels que des manutentions de toute sorte obligeaient à faire.

Ces travaux, plus multipliés dans les chantiers à coke que partout ailleurs, ont provoqué une étude particulière et, sous l'impulsion donnée par M. Godot, directeur de la Compagnie, ces chantiers ont été complètement transformés, et des appareils mécaniques y ont été installés pour effectuer la plupart des multiples opérations réclamées par le traitement de ce sous-produit. Toutes ces modifications ont été réalisées sans entraver en quoi que ce soit la manutention journalière, résultat d'autant plus remarquable que la production annuelle du coke dépasse, dans ces usines, 15 millions d'hectolitres.

**Indications générales sur les chantiers à coke.** — Nous rappellerons tout d'abord les différentes phases de la manutention du coke.

Les chauffeurs, à l'aide de ringards, font tomber celui-ci des cornues dans des chariots métalliques, qui sont roulés jusqu'aux cours d'extinction, où le coke est éteint par projection d'eau faite au seau.

Cette opération terminée, le coke est repris à la pelle et chargé, soit dans des tombereaux à hayon manœuvrant automatiquement, soit sur des wagonets, qui le conduisent aux concasseurs-blutoirs. A la sortie de ces appareils, dans lesquels le coke est cassé, puis classé par grosseurs, il est successivement mesuré et reçu dans des sacs ou dans des bennes.

Les sacs sont dirigés vers les voitures d'expédition en ville, vers les réserves fixes ou bien vers les tas. Les bennes servent au chargement des wagons en vrac, destinés à emmener le coke vendu au loin et par grandes quantités.

Les tas constituent le magasin proprement dit de chaque chantier à coke; leur hauteur, très variable suivant l'espace horizontal dont on dispose, peut atteindre 20 mètres.

Les réserves fixes sont formées par du coke en sac; elles ne sont jamais bien considérables. Elles doivent, cependant, permettre d'assurer les expéditions, les jours où les demandes de coke sont trop nombreuses pour être satisfaites par le simple débit des blutoirs en fonction. Ces réserves fixes régularisent donc les livraisons journalières des chantiers.

Anciennement, les transports du coke dans les usines s'effectuaient avec :

1° Des mannes en osier, d'une contenance d'un hectolitre;
2° Des sacs en toile, d'une contenance d'un hectolitre;
3° Des bennes en tôle, d'une contenance de dix hectolitres.

Les mannes et les sacs étaient coltinés à dos d'homme. La figure 1, qui représente un chantier lors du montage d'un transporteur pour la mise au tas, a fixé cette manœuvre.

Les bennes étaient portées par des tricycles et soulevées par des grues.

Aujourd'hui, à l'exception des chargements de wagons en vrac, qui s'effectuent à l'aide de bennes, toutes les autres opérations se font mécaniquement avec des sacs contenant un hectolitre.

L'hectolitre de coke, pesant 40 à 50 kilogr., est transporté dans des

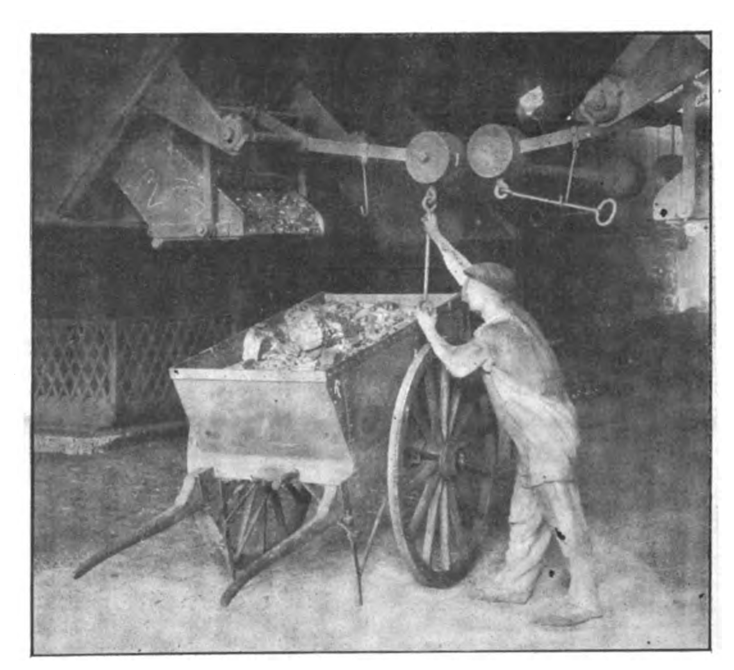


Fig. 2. — Trémies-réserves de charbon avec portes équilibrées, permettant de régler à volonté l'écoulement du charbon.

sacs dont le poids ne dépasse pas 2kg500. Ce faible poids unitaire permet à un homme seul de procéder, sans difficulté, aux manœuvres nécessaires, à l'origine et à l'extrémité des appareils. Ceux-ci reçoivent le sac de coke, qui est transporté ensuite sur des corbeilles ne pesant pas plus de 11 kilogrammes.

Si le sac est transporté directement par convoyeur, l'enveloppe servant au transport ne pèse plus que 2kg5, c'est-à-dire environ 25 kilogr. pour 10 hectolitres.

Par contre, lorsque l'on utilise une benne en tôle, il faut compter au moins sur un poids de 340 kilogr. pour le véhicule de 10 hectolitres de coke.

L'importance relativement faible du poids manœuvré (52kg5 à 55 kilogr. au maximum) a permis de donner une grande légèreté aux appareils transporteurs : la surcharge permanente supportée par ceux-ci ne dépasse pas, en effet, 40 kilogr. par mètre courant, attendu que les sacs sont forcément espacés par suite du temps indispensable à leur chargement.

Dans ces conditions, des poutres de grande portée ont été établies sans dépense exagérée, et leurs points d'appui ont pu être choisis en dehors des tas, sans gêner la circulation des voitures.

L'emploi des sacs permet enfin l'usage du monorail, dont les supports légers sont facilement transportables et déplaçables à dos d'homme.

Les appareils employés dans les divers chantiers de la Compagnie parisienne utilisent tous les mêmes engins et comprennent le plus grand nombre possible de pièces interchangeables, ce qui facilite de beaucoup les réparations et les approvisionnements; les engrenages

compliqués y ont été également évités. Tous ces appareils ont été étudiés de façon à ne jamais abandonner le coke de très haut, afin de diminuer les déchets; ils réduisent au minimum la circulation des piétons sur les tas, et permettent le dépilage de ces derniers en même temps que leur empilage, sans que les équipes ou engins employés dans chaque cas s'entravent en rien.

Depuis cinq ans que certains d'entre eux fonctionnent, on a pu constater que la poussière de coke ne produisait aucune usure anormale lorsque les appareils étaient entretenus régulièrement.

L'emploi de dynamos électriques, actionnées par les transmissions existant dans les ateliers ou par des moteurs à gaz spécialement installés, a permis, en donnant de la force sur des points isolés des chantiers, de créer divers outils qu'il y avait intérêt à mettre en marche et à arrêter instantanément sans le secours d'un mécanicien spécial.

Un des avantages les plus sensibles de ces nouvelles installations réside dans la grande souplesse de marche de tous les appareils installés qui peuvent, à volonté, donner une faible ou une grande puissance de débit. D'autre part, les ouvriers n'ont plus de lourdes charges à manœuvrer, leur travail se résume presque à diriger des sacs, et ils peuvent, sans fatigue, donner un grand rendement.

Le problème de la manutention mécanique du coke, dans les chantiers de la Compagnie parisienne, n'était donc pas des plus faciles à résoudre; il était d'ailleurs encore compliqué par la multiplicité des numéros de coke (au nombre de cinq) produits par les blutoirs. De

Le coke sortant des concasseurs-blutoirs est classé en cinq catégories: le poussier, le grésillon, le n° 0, le n° 1 et le gros criblé. Chacune de ces catégories est reçue dans des hectolitres-verseurs pour la mise en sac, ou bien dans des bennes d'une capacité de 10 hectolitres pour le chargement des wagons. Ceux-ci viennent se ranger sur une voie fixe (4), établie le long de l'atelier des blutoirs; une grue, marchant automatiquement, prend alors les bennes et les élève au-dessus des wagons; il suffit, pour faire tomber le coke, d'ouvrir le fond mobile de la benne en agissant sur une manette.

Le sol de l'atelier des blutoirs a été élevé au niveau de la plateforme des wagons, afin d'en permettre aussi le chargement facile avec des sacs.

Les voitures viennent se ranger également le long de ce quai : les unes emmènent les sacs en ville, les autres les conduisent à la réserve fixe. Quant aux sacs destinés aux tas de coke, une partie d'entre eux est emmenée par un convoyeur horizontal, passant sous les blutoirs, jusqu'à un élévateur de mise au tas; les autres sont conduits par wagons ou par tombereaux à un deuxième élévateur de mise au tas, installé dans le fond du chantier.

Le coke est repris dans les tas, pour le chargement des voitures ou des wagons, au moyen de dragues spéciales munies d'hectolitres-verseurs.

Enfin, des voies mobiles (5) permettent aux wagons de suivre le dépilage des tas.

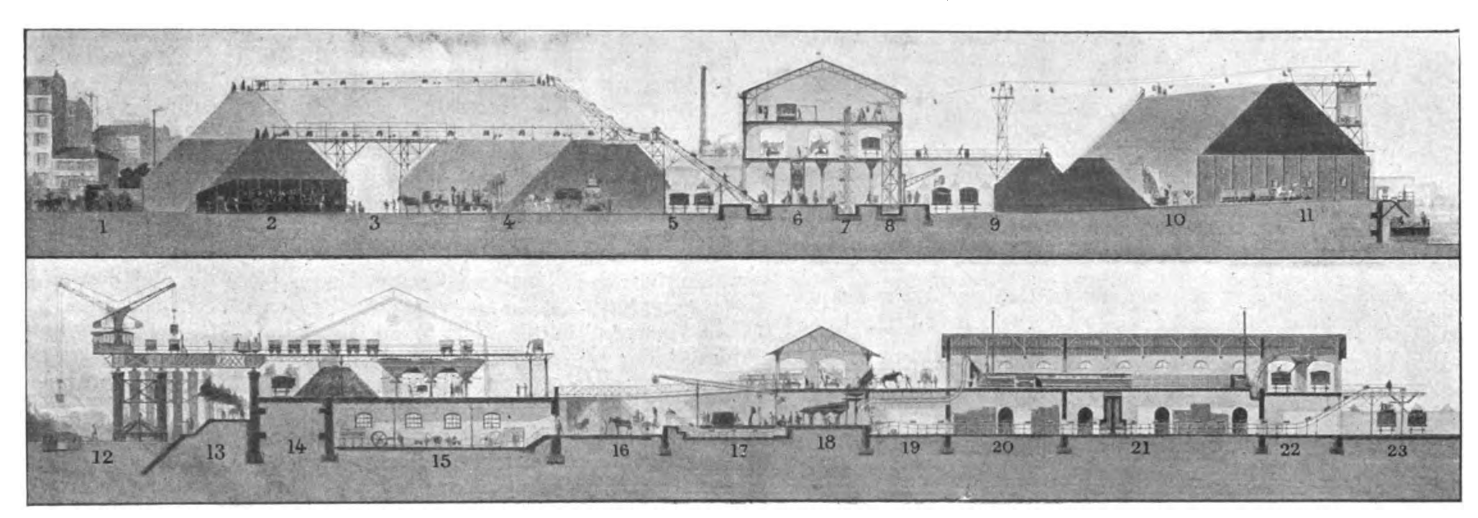



Fig. 3 et 4. — Tableau synoptique de la manutention mécanique du charbon et du coke dans les usines de la Compagnie parisienne du Gaz.

1 Octroi à la sortie du chantier à coke. Livraison en ville.
2 Reprise du coke au tas par bouclier. Hectolitre-verseur pour la mise en sacs.
3 Passerelle de communication. Mesurage et mise en sacs.
4 Monorail pour le transport par la pesanteur des sacs de coke sur le tas. Reprise du coke au tas par drague. Chargement des voitures de livraison.
5 Convoyeur pour la mise du coke au tas. Chargement des sacs de coke en wagons.
6 Séchoir de sacs. Blutoir et hectolitre-verseur. Classement, mesurage et mise en sacs.
7 Monte-sacs.
8 Monte-bennes. Grue.
9 Passerelle pour la mise au tas du coke au moyen de bennes. Manutention du coke en vrac.
10 Mise au tas du coke par câble. Reprise du coke au tas par drague élévatrice. Chargement des wagonets.
11 Transport du coke par wagonets sur voie Decauville. Chargement du coke en bateaux.
12 Arrivée du charbon par bateaux.
13 Grue de chargement avec moteur à gaz.
14 Mise au tas du charbon par wagons circulant sur voie mobile et par wagonets se déchargeant par le fond.
15 Trémies-réserves de charbon avec portes équilibrées. Machines à gaz actionnant les appareils du chantier à coke avec transmission électrique.
16 Arrivée du charbon par voie ferrée sur viaduc.
17 Transporteur de coke en sous-sol pour le chargement des voitures de livraison. Appareil pour la mise des sacs sur le dos de l'homme.
18 Arrivée aux blutoirs du coke venant de la cour d'extinction : 1° Par wagons se déchargeant sur le côté; 2° Par tombereaux à hayon automatique.
19 Élévateur-transporteur de coke à godets.
20 Transport et séchage de coke en vrac.
21 Transporteur des sacs de coke dans les réserves.
22 Chargement des wagons de coke en vrac.
23 Chargement des wagons de coke en sacs.

plus, dans ces chantiers, le travail est très irrégulier : à l'arrivée des froids, il prend une activité intense à laquelle il faut pourvoir avec le personnel dont on dispose.

Les installations mécaniques actuelles répondent entièrement à ces exigences; elles ont été étudiées et exécutées, suivant les instructions de M. L. Bertrand, Ingénieur-adjoint à la Direction de la Compagnie du Gaz, par le service des Usines de la Compagnie, sous la direction de M. Gigot, Ingénieur-chef de ce service, et en particulier de M. Louvel, Ingénieur-chef du service des Études et des Travaux. Elles n'ont pas coûté moins d'un million de francs.

Nous allons indiquer sommairement les dispositions principales de trois de ces chantiers, qui réunissent les différents appareils mécaniques utilisés actuellement.

Chantier a coke de La Villette. — Dans ce chantier (fig. 1 et 4, pl. XXXI), les cours d'extinction étant assez éloignées des concasseurs-blutoirs, le coke est amené par des trains formés de wagonets spéciaux, qui accèdent au plateau des trémies de chargement par une rampe assez forte et vont se ranger sur les voies (1) et (2), installées de part et d'autre des trémies. Après déchargement, les wagons sont dirigés sur les voies (3), puis emmenés à l'usine à gaz par la locomotive qui vient de remorquer un train chargé.

La manœuvre des wagons sur le plateau des trémies de chargement se fait très facilement et très rapidement à l'aide de câbles et de cabestans électriques.

Chantier a coke d'Ivry. — Les cours d'extinction étant, à Ivry, proches des concasseurs-blutoirs, le coke y est amené au moyen de tombereaux à hayon, qui pénètrent dans le chantier par une rampe d'accès (fig. 3 et 5, pl. XXXI).

Le coke sortant des blutoirs est mesuré et mis en sac comme au chantier de La Villette, mais les sacs y sont repris, soit par des convoyeurs qui les mettent directement en voiture, soit par un transporteur aérien pour la mise au tas.

Dans ce chantier, le poussier est repris par un élévateur et versé dans des bennes oscillantes qui sont roulées et déchargées dans des goulottes pour le remplissage des tombereaux (fig. 5).

Le coke en tas est repris par une drague, mais il subsiste encore, dans ce chantier, une reprise au tas par bouclier.

Chantier a coke de Clichy. — Le chantier de Clichy (fig. 2, pl. XXXI) offre sensiblement la même disposition que celui de La Villette. Toutefois le coke y est amené par tombereaux, le plateau des trémies de chargement touchant la cour d'extinction de l'usine à gaz.

Les voies ferrées se trouvant au niveau des trémies de chargement, le coke, au sortir des blutoirs, doit être élevé jusqu'à ces voies pour les expéditions en wagon. A cet effet, un convoyeur horizontal, prolongé par un convoyeur incliné, monte les sacs au niveau des wagons. Un élévateur à corbeille concourt au même but.

Un certain nombre de consommateurs exigeant que la teneur en eau du coke qui leur est vendu, soit inférieure à celle qu'il possède géné-

ralement à sa sortie des blutoirs, la Compagnie, pour leur donner satisfaction, a installé à Clichy un appareil sécheur continu à grand débit, formant convoyeur. Le coke séché, sortant de cet appareil, est monté à des trémies de chargement pour les wagons, par un convoyeur spécial incliné.

L'outillage de ce chantier est complété par un monorail-convoyeur fonctionnant sous l'action de la pesanteur, par des élévateurs, par des

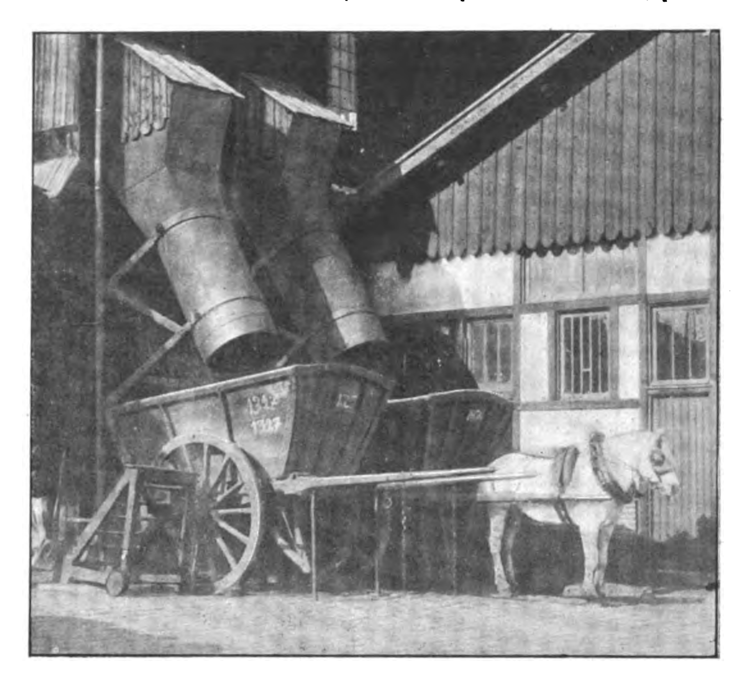


FIG. 5. — Chargement du poussier dans les tombereaux à l'usine d'Ivry.

convoyeurs horizontaux et de mise au tas, par des grues pour le déchargement des bennes, et enfin par des dragues de reprise au tas.

**Description des principaux appareils utilisés dans les chantiers à coke.** — Après cet aperçu des dispositions générales adoptées dans les chantiers à coke de la Compagnie parisienne du Gaz, nous allons examiner

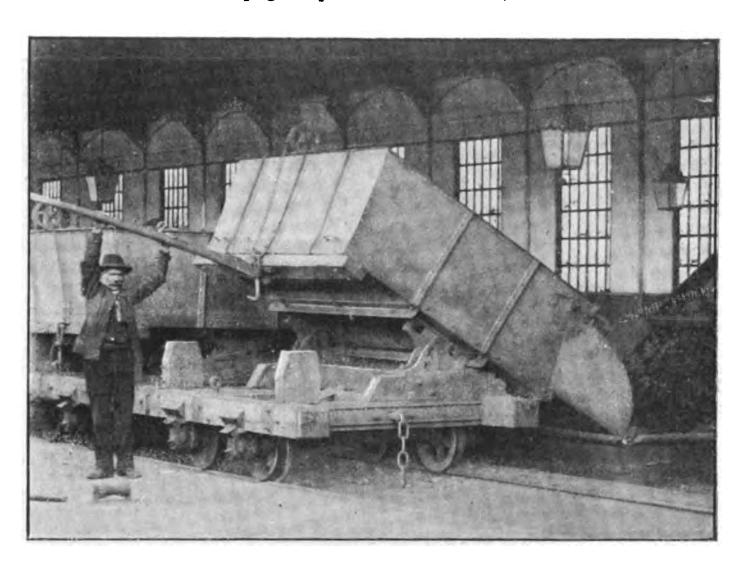


FIG. 6. — Wagon de coke se déchargeant sur le côté.
Relèvement du wagon vide à l'aide du levier à charnière;
1er mouvement : redressement de la caisse.

isolément les principaux appareils qui y assurent la manutention mécanique et dont voici la nomenclature :

1° Wagonets pour le transport du coke;
2° Tombereaux à hayon manœuvrant automatiquement;
3° Hectolitre-verseur;
4° Monte-sacs à dos d'homme;
5° Grue pour le chargement du coke en wagon; bennes diverses;
6° Transporteurs-élévateurs à godets du coke en vrac;
7° Mise du coke au tas : convoyeur de sacs pour le transport et la mise au tas du coke; câble transporteur; monorails;
8° Convoyeur-porteur-sécheur;
9° Drague pour la reprise du coke en tas;
10° Outils et appareils divers.

WAGONETS POUR LE TRANSPORT DU COKE. — Ces véhicules servent à transporter le coke depuis la cour d'extinction jusqu'aux trémies alimentant les blutoirs. Leur contenance est de 40 hectolitres; ils pèsent à vide 2 600 kilogrammes et ne circulent que sur voie ferrée.

Ils se composent d'un châssis en bois monté sur roues en fonte, et d'une caisse en tôle pouvant basculer sur le côté.

L'axe de rotation de la caisse peut se déplacer dans des glissières en forme d'arc; on évite ainsi les chocs trop violents et le soulèvement des roues au moment du basculage de la caisse. L'un des côtés de cette caisse est constitué par une porte à oreilles qui, lorsqu'elle est rabattue, sert de goulotte de déversement entre le fond de la caisse et la trémie (fig. 6).

Lorsque le wagonet est amené au droit de la trémie, on rabat la

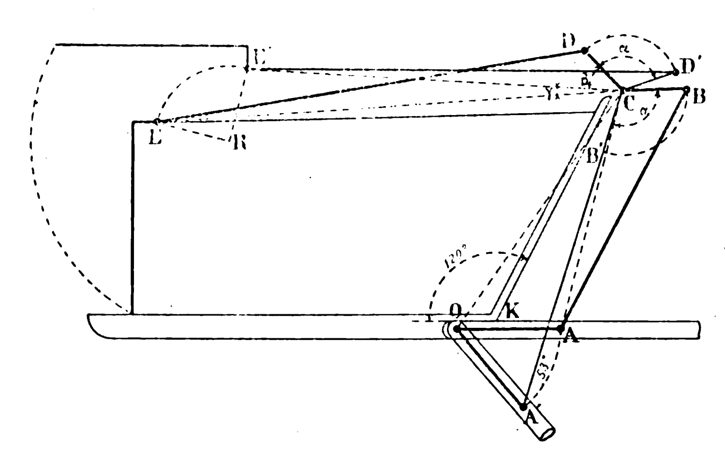



FIG. 7. — Schéma du mécanisme du tombereau à hayon manœuvrant automatiquement.

porte et, avec l'aide d'un levier, on détermine le mouvement de bascule. Le wagonet étant presque équilibré lorsque sa porte est rabattue, l'effort à développer est peu considérable.

Le relèvement de la caisse, ainsi que celui de la porte, s'effectuent à l'aide d'un levier spécial, formé de deux tronçons inégaux réunis par une charnière. L'homme de manœuvre, placé du côté opposé à la trémie, introduit son levier, la charnière en dessus, dans une chape en fer fixée à la caisse (fig. 6); en faisant un effort de haut en bas, il ramène la caisse sur le châssis dans sa position de route. La charnière est disposée de telle sorte que, dans cette manœuvre, les deux tronçons du levier restent dans le prolongement l'un de l'autre. Le redressement de la caisse terminé, l'ouvrier relève le tronçon qu'il a en main,

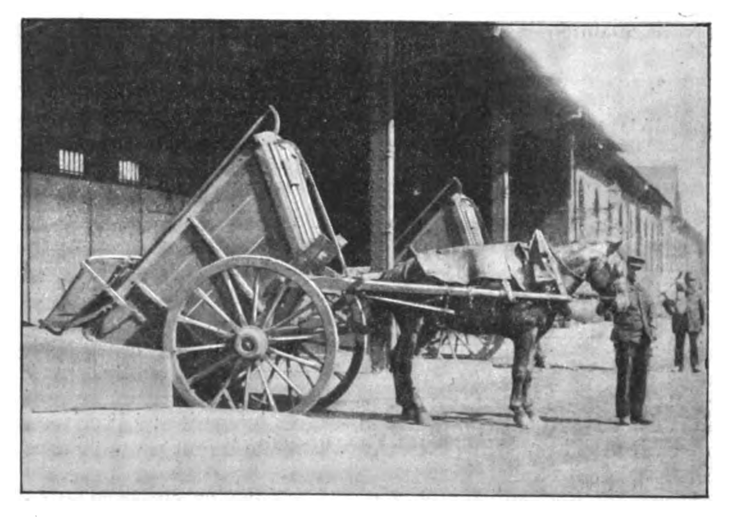


FIG. 8. — Tombereau à hayon manœuvrant automatiquement.

l'autre restant pris dans la chape et fixe, alors, au bout mobile, l'extrémité d'une chaine qui, passant sur deux petites poulies à gorge, vient s'attacher au volet de la porte et agit, de nouveau, de haut en bas, sur le levier; l'ouvrier tirant sur ce dernier entraine la chaine et ferme la porte.

Cette disposition a l'avantage de permettre, à un seul homme, d'ouvrir et de fermer la porte; elle évite, en outre, les accidents pouvant résulter de la chute brusque de celle-ci sur les hommes de manœuvre.

TOMBEREAU A HAYON MANŒUVRANT AUTOMATIQUEMENT. — Le principe du mouvement du hayon réside en ce que, un tombereau passant de la position de route à la position de déchargement, les brancards fixés au cheval ne subissent qu'un très faible déplacement, tandis que la distance qui les sépare du milieu de l'avant du tombereau augmente dans une assez grande proportion.

Le hayon est relié aux brancards (fig. 7) par les bielles AB et DE et le levier coudé BCD qui tourne autour du point C. Il est relié en outre, de chaque côté, à la caisse du tombereau par un bras en fer pouvant tourner autour du point R.

Le point A est un point fixe des brancards, le point C est un point fixe de la caisse du tombereau.

Lorsque celui-ci est dans la position de déchargement, les brancards forment avec le fond un angle d'environ 53°, la ligne brisée CBA vient en CB'A' et l'extrémité du levier coudé BCD vient en D'. La bielle DE et le hayon tournant autour des points R, viennent en D'E' : le fond du tombereau est alors complètement ouvert (fig. 8).

Pendant le relèvement du tombereau, la rigidité des bielles force le hayon à revenir à sa position de route; il y est, d'ailleurs, aidé par son propre poids.

Afin que l'effort nécessité par la mise en route du tombereau soit supérieur à celui qu'exige son relèvement, on a ménagé une ornière assez profonde (fig. 8) dans laquelle viennent s'engager les roues au moment du déchargement. De cette façon, lorsque le cheval tire sur les brancards, le tomberau commence par se relever en mettant le hayon en position de route; ce n'est qu'ensuite qu'il sort de l'ornière.

Fig. 9. — Blutoirs et hectolitres-verseurs pour le classement, le mesurage et la mise en sacs du coke.

Grues et bennes pour le chargement du coke en wagon. — Le chargement des wagons de coke en vrac se fait, à la Compagnie parisienne, au moyen de grues et de bennes spéciales.

*Grues.* — Les grues, système à friction (fig. 10), se composent d'un pivot vertical, maintenu le long des poteaux de la charpente de l'atelier, et

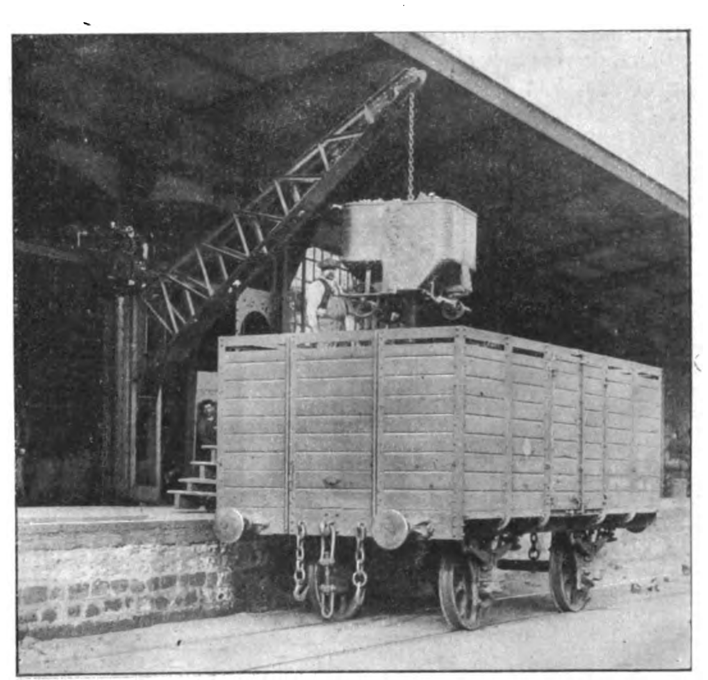


Fig. 10. — Grue et benne tricycle pour le chargement en vrac du coke dans les wagons.

d'une volée dont la portée permet d'amener les bennes dans l'axe des wagons.

Ces appareils sont commandés par la transmission générale des blutoirs; le ralentissement y est obtenu au moyen d'une vis de pas assez faible pour que, sous l'action seule du poids de la benne et du coke, elle ne puisse tourner. On peut donc débrayer et arrêter la benne en un point quelconque de la montée, sans craindre de la voir redescendre sous l'action de la pesanteur.

*Bennes.* — Les bennes (fig. 10), d'une contenance de 10 hectolitres, sont à fond ouvrant pour le déchargement; elles sont montées sur trois galets, dont deux en arrière tournant autour d'un essieu fixe; le troisième, en avant, peut s'orienter dans toutes les directions.

La surface de contact du support de ce galet avec la benne est constituée par une couronne en fonte, présentant une gorge circulaire garnie de billes.

Les trois galets sont placés sur un même cercle dont le centre est au centre de la benne.

Grâce à cette disposition, la benne est manœuvrée sans peine par un seul homme et tourne sur elle-même avec la plus grande facilité. Son poids vide est de 240 kilogr.; chargée de 10 hectolitres de coke, elle pèse environ 740 kilogrammes.

Ces appareils s'ouvrent par le fond en tirant sur une manette; leurs portes sont équilibrées.

*Benne oscillante.* — Cette benne (fig. 11 et 12) est de forme rectangulaire; elle est portée par deux grandes roues, de 0m 80 de diamètre, dont l'essieu est placé au dessous du centre de gravité de l'appareil plein de coke et au-dessus du centre de gravité de la benne vide. Lorsque celle-ci est pleine, elle est donc en équilibre instable, mais, en s'inclinant, soit en avant soit en arrière, elle s'appuie sur un galet de roulement placé dans l'entre-axe des roues, et devient ainsi un tricycle roulant d'une manière normale.

Pour vider la benne, on l'amène au-dessus des ouvertures où doit tomber le coke : les grandes roues s'engagent alors dans des fers recourbés qui les guident et le galet de roulement, perdant son appui (fig. 11), la benne se renverse sous l'effort de l'ouvrier qui la pousse. Une fois vide, elle se redresse d'elle-même, son centre de gravité étant revenu au-dessous de l'essieu.

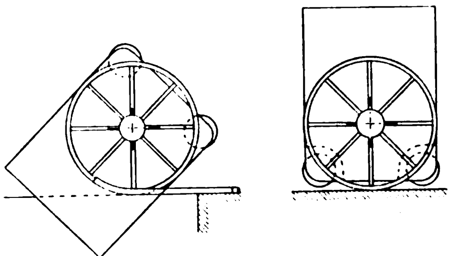


Fig. 11 et 12. — Benne oscillante.

La capacité de cette benne est de 500 litres; elle est très facilement manœuvrée par un seul homme.

Hectolitre-verseur. — L'hectolitre-verseur (fig. 13) sert à mesurer et à ensacher le coke; sa faible hauteur (1m 25) permet de le placer sous les goulottes des blutoirs. Il permet, cependant, de remplir des sacs de 0m 80 de hauteur et cela presque sans effort de la part de l'ouvrier, qui manœuvre très facilement l'hectolitre d'une seule main.

L'appareil, en tôle, est cylindrique (fig. 14, 15 et 16); il porte, fixés à deux génératrices diamétralement opposées, deux bras faisant un angle de 67° 30' avec les génératrices du cylindre; ces bras sont munis chacun de deux galets B et C (fig. 17 à 20).

Les galets porteurs B roulent sur deux rails à peu près horizontaux; les galets C, d'un diamètre beaucoup plus faible, roulent sur les mêmes rails qui, aux deux tiers de la course, sont interrompus sur une faible longueur, formant ainsi l'amorce de deux glissières verticales dans lesquelles s'engagent les galets C.

L'hectolitre s'avançant, les galets C s'engagent dans les glissières verticales en imprimant à l'appareil, par l'intermédiaire des bras-supports des axes, un mouvement de bascule autour de l'axe des galets B. Ceux-ci, étant donné leur grand diamètre, continuent leur chemin horizontal; ils roulent, d'ailleurs, sur un rail latéral au droit de l'ouverture.

L'hectolitre est mis en mouvement soit à l'aide d'une manette, soit à l'aide d'une pédale et d'un système de levier. Dès qu'on cesse d'agir sur la manette ou sur la pédale, le poids même de l'hectolitre le ramène à sa position de chargement.

A chaque appareil est adapté une espèce d'entonnoir auquel s'agrafe le sac.

Lorsque les hectolitres-verseurs sont installés sous les goulottes des blutoirs (fig. 9), l'ouverture et la fermeture de celles-ci sont commandées par le mouvement même de l'hectolitre, à l'aide de chainettes qui abaissent la porte des goulottes dès que l'hectolitre quitte la position de chargement, et qui élèvent cette porte dès que celui-ci est revenu en place.

Pour que l'hectolitre-verseur se vide complètement, il faut que les génératrices du cylindre prennent une inclinaison de 45° sur l'horizontale. On doit donc faire tourner l'hectolitre, autour de l'axe du galet B, de $90° + 45° = 135°$.

Cette rotation s'effectue en deux phases égales de 67° 30′ chacune (fig. 17 à 20). A cet effet, les rayons des galets sont dans un rapport tel que l'angle de la droite BC, qui joint leurs centres, avec les génératrices, est égal à 67° 30′ (fig. 17).

Pendant la première phase de la rotation, le galet C descend dans la rainure verticale jusqu'à ce que le galet B se trouve à l'aplomb de cette rainure. A ce moment la droite BC est verticale ; l'angle dont elle a tourné est donc de 67° 30′ (fig. 18).

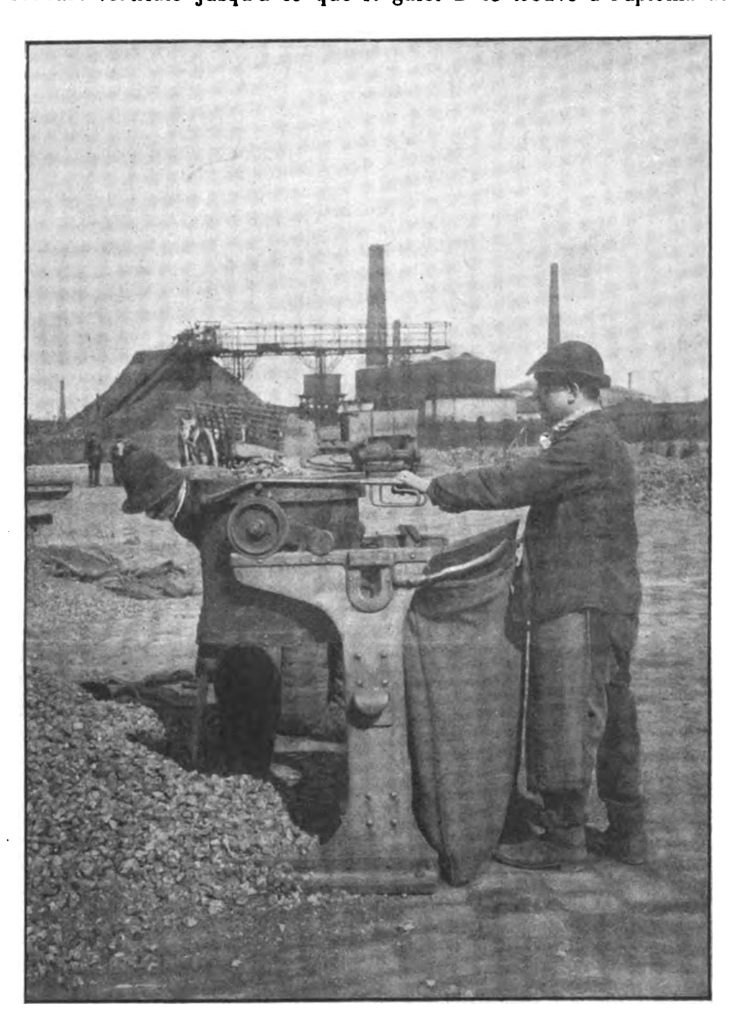


Fig. 13. — Hectolitre-verseur.

Pendant la deuxième phase, le galet B continuant à avancer sur le rail horizontal, le galet C remonte dans la glissière verticale et vient finalement occuper une position symétrique de sa position initiale par rapport à la verticale passant par l'axe du galet B. A ce moment la droite BC fait de nouveau un angle de 67° 30′ avec la verticale : elle a donc tourné au total de 135°. Les bras-supports des axes des galets B et C étant invariablement liés à l'hectolitre, celui-ci a tourné de 135° (fig. 19).

Voici le calcul des rayons des galets :

La droite BC doit faire un angle $\alpha = 67° 30'$, avec les génératrices de l'hectolitre. Soient R et R′ les rayons, L la longueur BC choisie à volonté ; on a dans le triangle BCD (fig. 20) : $BD = R - R' = L \cos \alpha$, d'où : $R = R' + L \cos \alpha$.

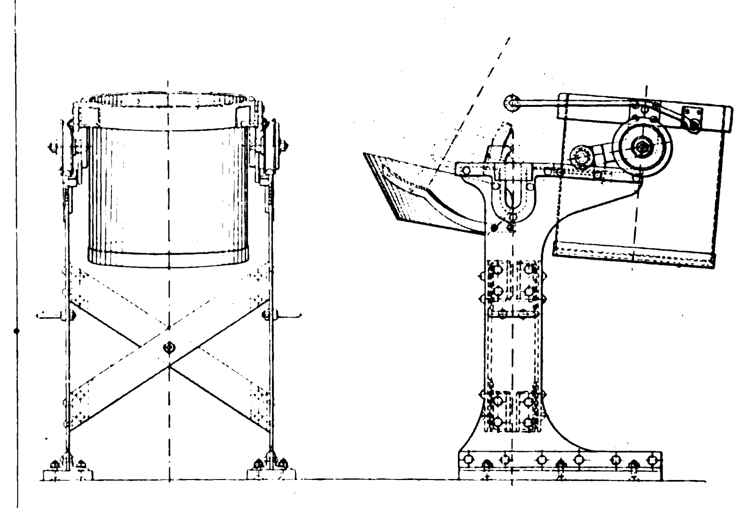
Cet appareil est essentiellement mobile, il peut passer d'un blutoir à un autre et même être placé au pied des tas.

**Monte-sacs a dos d'homme.** — Installés à proximité des blutoirs ou des réserves de sacs, ces appareils permettent à un homme de se charger lui-même et sans effort un sac sur le dos.

Plusieurs systèmes sont en usage à la Compagnie parisienne ; ils ne diffèrent entre eux que par le mode de transmission du mouvement, depuis l'arbre moteur du casse-coke jusqu'aux plateaux élévateurs.

Ces plateaux, au nombre de deux ou de quatre par appareil, sont animés d'un mouvement alternatif, de bas en haut et de haut en bas, qui élève leur partie horizontale, du niveau du sol à une hauteur de 1m 40, puis la ramène de cette hauteur au niveau du sol.

Le plateau, marquant un temps d'arrêt aux deux extrémités de sa course, l'ouvrier peut placer le sac sur le plateau, quand celui-ci est au niveau du sol, et le reprendre sur son dos, lorsque le plateau est au haut de sa course (fig. 21).



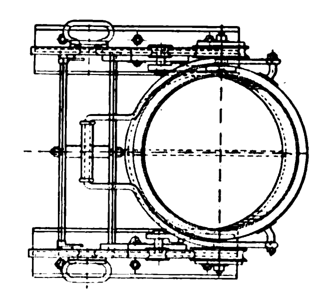


Fig. 14 à 16.

Vue de face, élévation et plan de l'hectolitre-verseur.

Le monte-sacs à dos d'homme le plus employé est celui à deux plateaux, dont le mouvement est obtenu au moyen de deux arbres horizontaux, A et B (fig. 22 et 23), placés dans le même plan vertical :

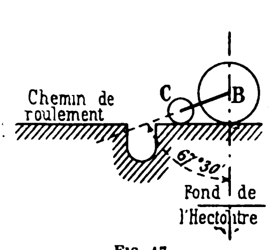




Fig. 17. Position de l'hectolitre en chargement.

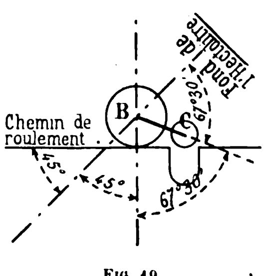




Fig. 19. Position de l'hectolitre se vidant.

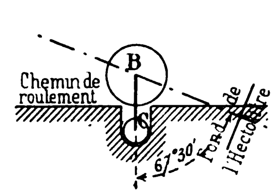




Fig. 18. — Position intermédiaire.

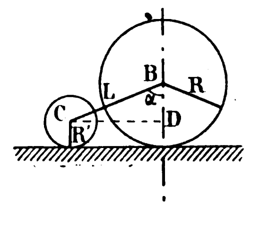




Fig. 20. — Calcul des rayons.

Fig. 17 à 20. — Hectolitre-verseur.

l'un A, à la partie supérieure du monte-sacs, l'autre B, à la partie inférieure.

L'arbre A, sur lequel sont clavetées trois roues de même diamètre D, C et E, est porté par un seul palier, qui peut se déplacer dans le sens vertical au moyen d'une vis et d'un écrou ; cette disposition permet un réglage facile de la tension des chaines de transmission.

La roue du milieu C est reliée à l'arbre moteur du casse-coke par une chaine Ewart.

L'arbre du bas B, maintenu dans un palier fixe, porte deux roues

dentées D' et E' placées en regard des roues extrêmes de l'arbre A et de même diamètre. Sur chacune de ces paires de roues s'enroule une chaîne Ewart sans fin, et chaque chaîne actionne un plateau par l'intermédiaire d'une manivelle C, reliée d'une part à l'un des maillons



Fig. 21. — Monte-sacs à dos d'homme (appareil à deux plateaux).

de la chaîne et d'autre part à un maneton H, fixé au centre de la partie verticale du plateau (fig. 23).

La manivelle a pour longueur le rayon primitif des roues dentées.

Dès que le maillon, fixé à la manivelle, s'engage sur une roue dentée, le maneton fixé au plateau se trouvant à hauteur du centre de la roue, la manivelle devient comme un rayon de celle-ci et décrit, entraînée par la chaîne, la demi-circonférence supérieure de la roue du haut ou la demi-circonférence inférieure de la roue du bas.

Le plateau reste donc immobile pendant le temps de ces demi-révolutions.

Ces arrêts sont utilisés pour le chargement des sacs sur les plateaux et pour leur reprise lorsqu'ils ont été élevés.

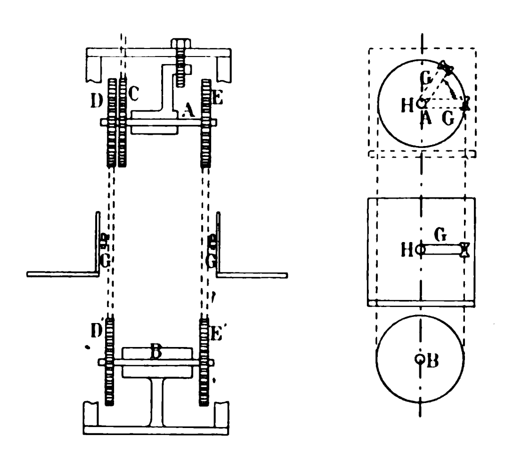



Fig. 22 et 23. — Schéma du monte-sacs à dos d'homme à deux plateaux.

La charpente de l'élévateur est formée par des fers [ qui servent de guidage et de chemins de roulement à quatre petits galets fixés aux plateaux.

Les appareils, que nous avons décrits jusqu'ici, servent à la manutention mécanique du coke dans l'atelier même du casse-coke. Dans un prochain article, nous nous proposons de donner la description des appareils plus importants, que nous avons énumérés plus haut, et qui servent à la manutention mécanique de ce combustible dans les chantiers, c'est-à-dire à la constitution des réserves fixes, à la mise en tas et à la reprise du coke au tas. Nous aurons ainsi complété l'étude des intéressants appareils, qui ont permis à la Compagnie parisienne du Gaz de réaliser industriellement, dans ses ateliers et dans ses chantiers, la manutention mécanique du coke.

J. Laverchère,
*Ingénieur Civil.*

(*A suivre.*)

## EXPOSITION DE 1900

### LES TRANSPORTS ÉLECTRIQUES DE L'EXPOSITION

**Chemin de fer électrique et Plate-forme mobile.**

(*Suite et fin* [1].)

II. Plate-forme mobile a double vitesse. — La plate-forme mobile de l'Exposition de 1900, bien que se rapprochant, par son principe, des plates-formes qui ont fonctionné aux Expositions de Chicago [2], en 1893 et de Berlin [3], en 1896, en diffère essentiellement, non seulement par son développement beaucoup plus considérable, mais par le mode d'entraînement et de liaison de ses divers éléments.

Nous avons déjà eu l'occasion [4] de signaler les dispositions caractéristiques de la plate-forme mobile, lors des essais préliminaires qui ont été effectués l'année dernière, à Saint-Ouen. Les observations faites lors de ces expériences n'ont déterminé que des modifications de détails sans importance.

On sait que la plate-forme mobile est essentiellement constituée par une série de trucks ou wagons plats articulés les uns sur les autres, sortes de maillons d'une chaîne sans fin. Ces trucks roulent sur deux rails-guides et sont pourvus en dessous, d'un rail médian ou *poutre axiale*, sur laquelle agissent des treuils électriques, tournant à poste fixe et par suite produisant la progression de la plate-forme. Les extrémités des divers trucks successifs s'emboîtent les unes dans les autres de façon à former joint sans interrompre le plancher. L'articulation des trucks et de leurs poutres axiales s'obtient au moyen de chevilles ouvrières.

L'ensemble de la plate-forme mobile (fig. 1 à 3) comporte deux trottoirs contigus, animés de vitesses doubles l'une de l'autre; le public peut stationner sur un troisième trottoir fixe. Il suffit de saisir les montants en fer, fixés de place en place sur les trucks, pour passer de l'un des trottoirs à l'autre. On se trouve finalement sur le trottoir à grande vitesse, large de deux mètres, bordé d'un garde-corps élevé se déplaçant à la vitesse de 8 kilom. à l'heure (fig. 4 à 7 et 9 à 11).

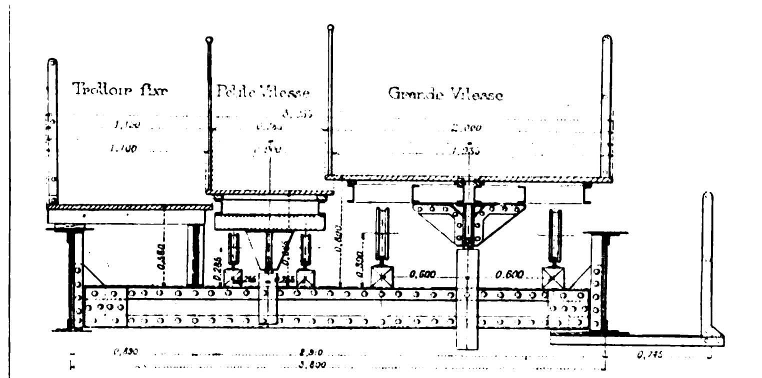



Fig. 1. — Coupe transversale de la plate-forme mobile : Viaduc à poutres pleines et galets de soutien.

*Tracé.* — Le tracé de la plate-forme mobile est le même que celui du chemin de fer électrique [1]. Sa longueur totale est de 3 360 mètres environ; la rampe ou pente maximum est de 0m 003 par mètre; le rayon minimum des courbes est de 50 mètres.

*Infrastructure, viaduc.* — L'infrastructure de la plate-forme mobile est entièrement en viaduc. Cela résulte de l'obligation d'avoir des rampes minimes et de laisser les voies à la circulation publique.

Cette infrastructure est supportée par 268 palées comprenant 264 palées en bois, dont une estacade, et 4 palées métalliques. Les palées sont, en général, constituées par quatre montants en bois de 0m 22 d'équarrissage, contreventés et moisés, fixés dans le sol par des fondations en béton de 0m 70 de profondeur en moyenne.

Le viaduc se compose (fig. 2) de trois rangées de poutres métalliques à treillis distantes entre elles de 1m 900. Aux carrefours on a utilisé des poutres pleines de dimensions réduites pour obtenir sous poutre une plus grande hauteur (fig. 1 et 6). Les travées sont en moyenne de 12 mètres d'axe en axe des palées; elles varient entre 9 et 18 mètres.

Sur toute la longueur du viaduc et sur l'un de ses côtés court un trottoir fixe, composé de deux poutres en bois, à treillis, supportant un platelage de sapin de 0m 033 d'épaisseur et un garde-corps de 1m 10 de hauteur (fig. 1). Ce trottoir est calculé pour une surcharge

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 20, p. 353.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XX, n° 23, p. 373.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 11, p. 178.
(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 16, p. 241.

de 400 kilogr. par mètre carré et la main-courante doit pouvoir résister à des efforts de 70 kilogr. perpendiculaires au trottoir, et dont les points d'application sont à $0^m$ 70 les uns des autres.

Enfin, du côté de la plate-forme à grande vitesse, sur le côté intérieur du viaduc est établi, en porte-à-faux, un plancher avec balustrade, pour la circulation des employés chargés de la surveillance du matériel roulant et des organes moteurs.

*Stations*. — Sur tout le pourtour extérieur du viaduc sont installées neuf stations, assez uniformément réparties sur tout le parcours,

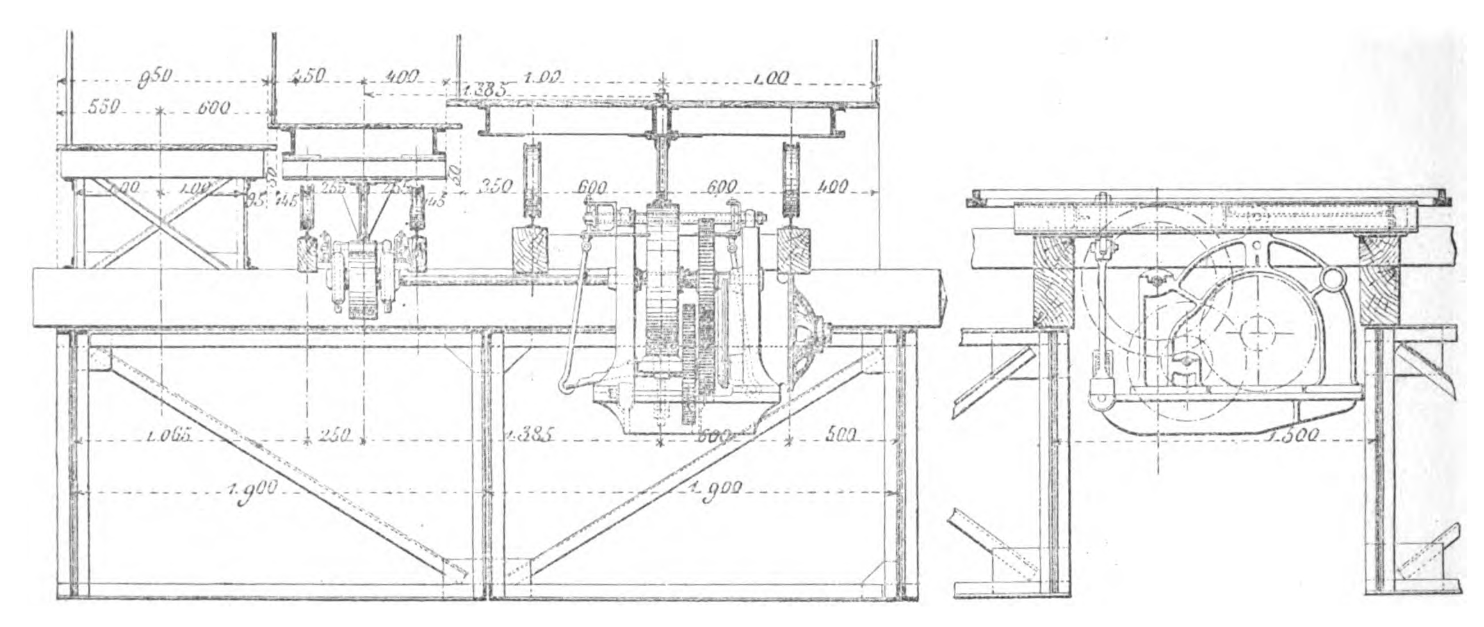



Fig. 2. — Coupe transversale. Fig. 3. — Coupe longitudinale.

Fig. 2 et 3. — Coupes transversale et longitudinale du viaduc, dans la partie courante, au droit d'un treuil moteur.

à savoir : deux à l'Esplanade des Invalides, quatre au quai d'Orsay et trois au Champ-de-Mars.

Ces stations qui ne sont, en réalité, que des élargissements du trottoir fixe (fig. 4, 5, 10 et 11) sont accessibles au public par des escaliers ou des plans inclinés mobiles. Les escaliers sont en bois à crémaillère et larges de $1^m$ 50. Les plans inclinés mobiles [1], au nombre de deux, ont une hauteur de sept mètres, une inclinaison de $0^m$ 33 par mètre, une vitesse de $0^m$ 50 et une largeur utile de $0^m$ 60.

Le viaduc supporte enfin deux voies de roulement, une pour cha-



Fig. 4. — Station du pont des Invalides.

que trottoir. Ces voies sont constituées par des rails en acier (type Denain et Anzin) pesant 9 kilogr. par mètre pour l'une, 12 kilogr. pour l'autre. Les paires d'éclisses pèsent 3 kilogr. et $2^{kg}$ 300, avec quatre boulons par éclisse ; des tire-fonds, de $0^m$ 120 de long et de $0^m$ 014 de diamètre au collet, assujettissent les rails sur des traverses en bois qui reposent elles-mêmes sur des longrines fixées sur les poutres métalliques du viaduc.

*Treuils moteurs*. — Sur les palées du viaduc, tous les 12 mètres en courbe, tous les 24 mètres en alignement droit, se trouve (fig. 2 et 3) un moteur électrique actionnant par une double réduction de vitesse un arbre sur lequel sont calés deux galets en fonte qui, par frottement sur les rails articulés dits poutres axiales, entraînent les deux plates-formes. Le système d'engrenages est en fonte sauf le pignon du moteur qui est en cuir pour les treuils voisins des habitations. Les moteurs tournent à 725 tours par minute. Les galets de grande vitesse tournent à environ 72 tours par minute.

Chacun des treuils est suspendu de telle sorte que tout le bâti oscille autour d'un axe horizontal et prenne un autre point d'appui sur un ressort à lames s'attachant à la partie fixe de la plate-forme (fig. 3). En réglant la flèche du ressort par des écrous, on modifie à volonté la pression des galets sur les poutres axiales. Pour obvier aux vibrations et aux variations de niveau, les galets d'entraînement d'un même treuil sont en réalité reliés par une articulation à la Cardan. Le galet de petit diamètre (fig. 2 et 3) est suspendu de la même façon que le treuil moteur. Les treuils sont au nombre de 172.

*Galets de soutien*. — Entre les galets moteurs, pour l'un et l'autre trottoirs mobiles, se trouvent des galets semblables destinés à faciliter

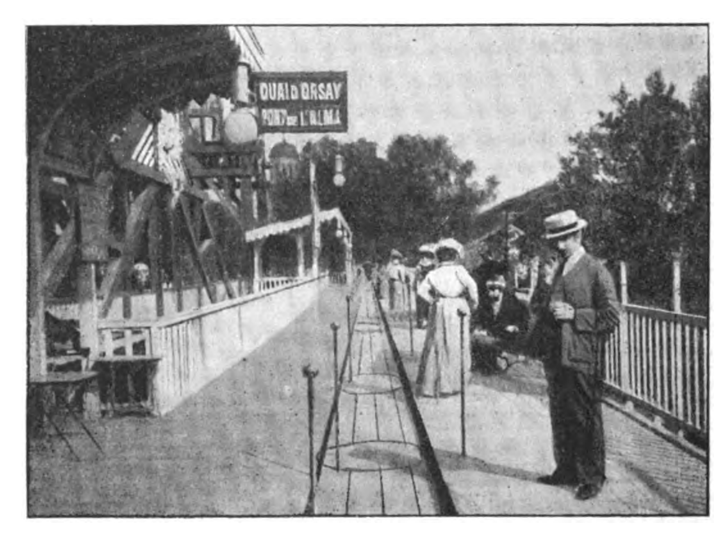
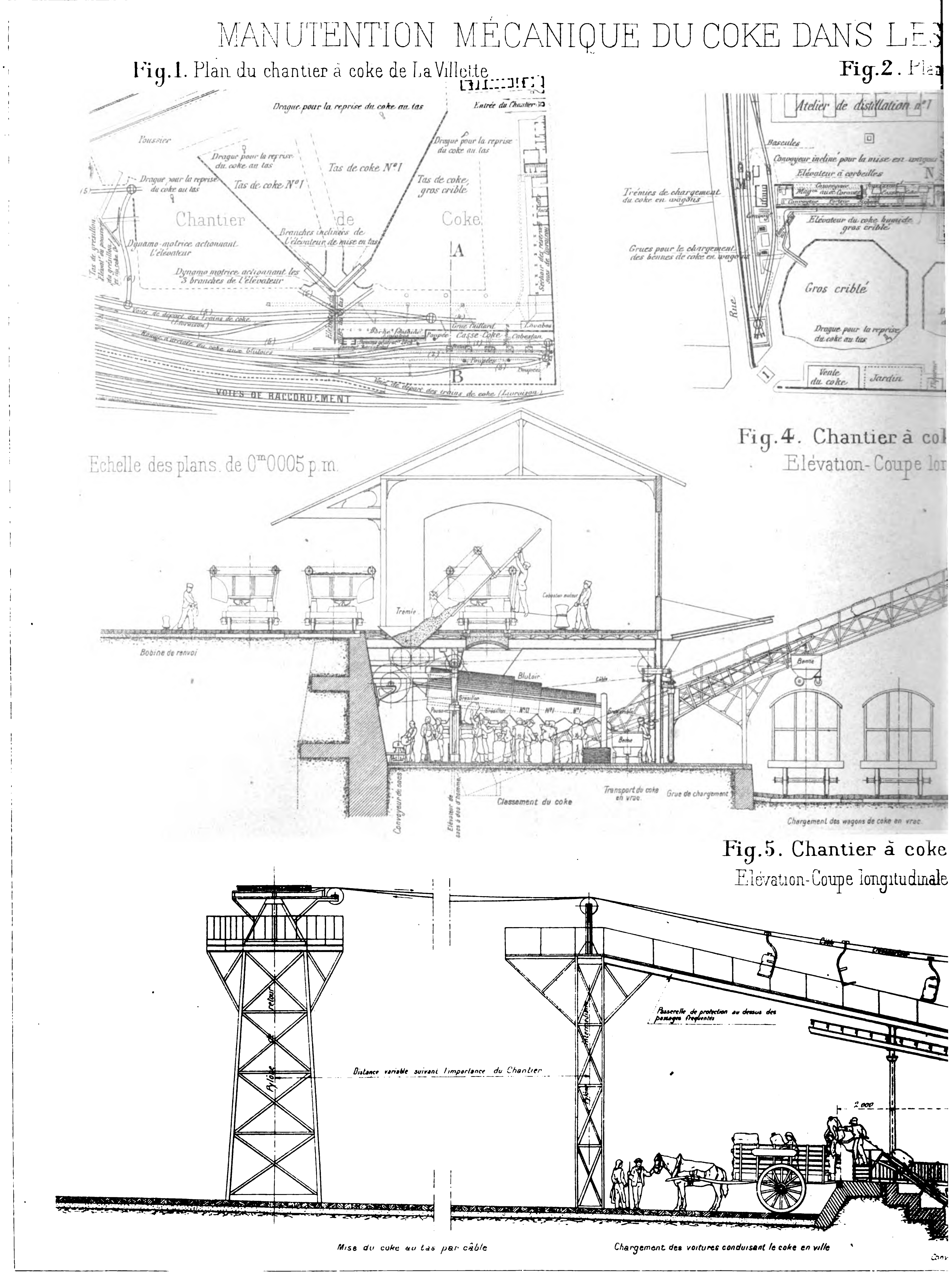


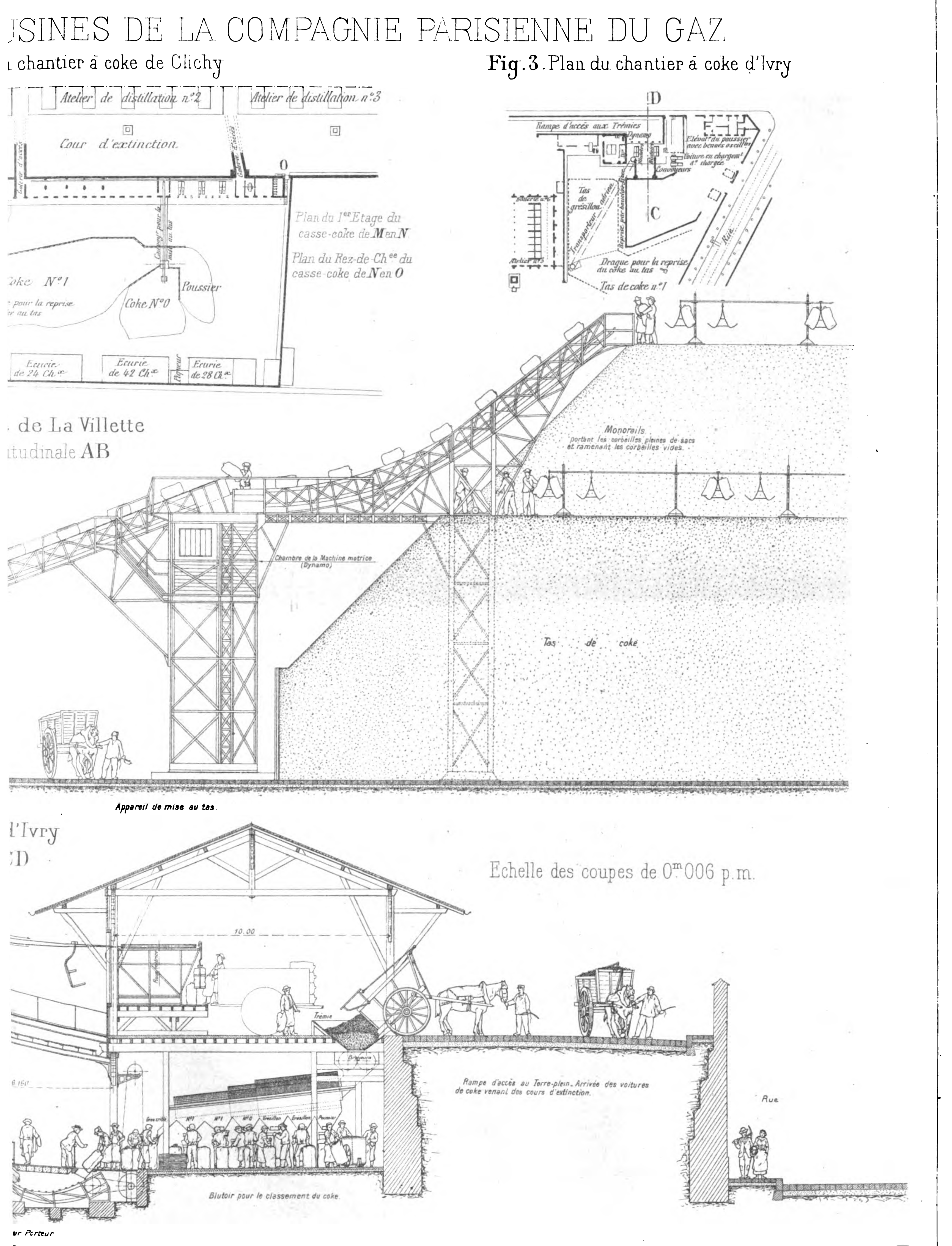

Fig. 5. — Station du pont de l'Alma.

le roulement, et répartis à raison d'un par travée de 12 à 15 mètres et de deux pour les travées plus grandes (fig. 1).

*Poutres axiales*. — Sur tous ces galets viennent frotter les poutres axiales, solidaires des planchers mobiles. Chacune de ces poutres est constituée (fig. 2 et 3) par des pièces rigides de quatre mètres de longueur, comprenant deux âmes verticales en tôle portant à leur sommet deux cornières longitudinales entretoisées par un rail ; des goussets horizontaux la fixent au plancher qui la recouvre. Les différentes parties rigides sont réunies par des charnières robustes en acier Martin, dans lesquels des jeux verticaux de $0^m$ 002 sont ménagés pour les pentes et rampes.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXVII, n° 11, p. 183.


MANUTENTION MÉCANIQUE DU COKE DANS LES
Fig.1. Plan du chantier à coke de La Villette
Drague pour la reprise du coke au tas
Entrée du Chantier
Poussier
Drague pour la reprise du coke au tas
Tas de coke N°1
Tas de coke N°1
Tas de coke, gros criblé
Drague pour la reprise du coke au tas
Chantier de Coke
Branches inclinées de l'élévateur de mise en tas
Dynamo-motrice actionnant l'élévateur
Dynamo motrice actionnant les 3 branches de l'élévateur
A
B
Casse-Coke
Cabestan
Poupées
VOIES DE RACCORDEMENT
Echelle des plans. de 0m0005 p.m.
Fig.2. Pla
Atelier de distillation n°1
Bascules
Convoyeur incliné pour la mise en wagons
Élévateur à corbeilles
Trémies de chargement du coke en wagons
Élévateur du coke humide gros criblé
Grues pour le chargement des bennes de coke en wagons
Gros criblé
Drague pour la reprise du coke au tas
Rue
Vente du coke
Jardin
Fig.4. Chantier à cok
Élévation-Coupe lon
Trémie
Bobine de renvoi
Blutoir
Benne
Classement du coke
Transport du coke en vrac
Grue de chargement
Chargement des wagons de coke en vrac
Fig.5. Chantier à coke
Élévation-Coupe longitudinale
Pylône de retour
Distance variable suivant l'importance du Chantier
Passerelle de protection au dessus des passages fréquentés
2.000
Mise du coke au tas par câble
Chargement des voitures conduisant le coke en ville




(8823) Imp. A. Gentil, 188, faubg St Denis, Paris

*Trucks.* — Pour chaque plate-forme les trucks sont alternativement à roues et sans roues. Leur ossature est en fer, leur platelage en sapin (fig. 1 et 2). Les trucks à roues reposent sur les galets par la poutre axiale et sur une voie de roulement par quatre roues indépendantes. Les trucks sans roues reposent sur les galets également par la poutre axiale, et sur les trucks à roues qui les entourent par l'intermédiaire de galopins fixés aux trucks à roues et ayant leurs axes convergents au centre de la demi-circonférence qui limite les deux trucks consécutifs.

Les roues des trucks sont toutes indépendantes, à double boudin; les essieux sont en acier Martin forgé. Ces roues ont 0m 32 de diamètre pour la grande vitesse, 0m 18 pour l'autre. Un système de boîte permet le changement rapide d'une roue même en marche.

Un garde-corps en fer de 1m 40 avec panneau de remplissage en bois, surmonté de deux câbles souples est fixé à l'ossature des trucks (fig. 4 à 7 et 9 à 11). Interrompu entre chaque paire de trucks, les vides ont été comblés par des chaînettes qui écartent tout danger.

Parallèlement à la construction des trucks était menée celle du viaduc qui devait recevoir la plate-forme mobile. La forme des pylônes en bois a dû être spécialement étudiée pour permettre, en certains points, le passage du chemin de fer électrique sous la plate-forme. L'une des principales difficultés rencontrées résulta du passage sur le tablier métallique couvrant la tranchée du chemin de fer de l'Ouest allant du Champ-de-Mars aux Invalides, où il devint nécessaire de construire une estacade en bois. Le montage fut également peu aisé à la gare des Invalides où la plate-forme franchissait l'usine des compresseurs de la Compagnie de l'Ouest sur un viaduc en fer jeté au-dessus du toit du bâtiment.

A mesure que le viaduc avançait, absorbant plus de 1 500 stères de bois, sans compter les gares portées sur poutres américaines et les 4 000 mètres carrés de plancher du trottoir fixe, le montage des trucks sur la voie à 7 mètres de hauteur environ, s'effectuait au moyen d'une grue à pétrole, construite spécialement dans ce but et se déplaçant sur les rails mêmes du viaduc, d'où elle venait chercher les wagons sur les voitures arrivant à pied d'œuvre à tel ou tel point du tracé suivant l'avancement des travaux.

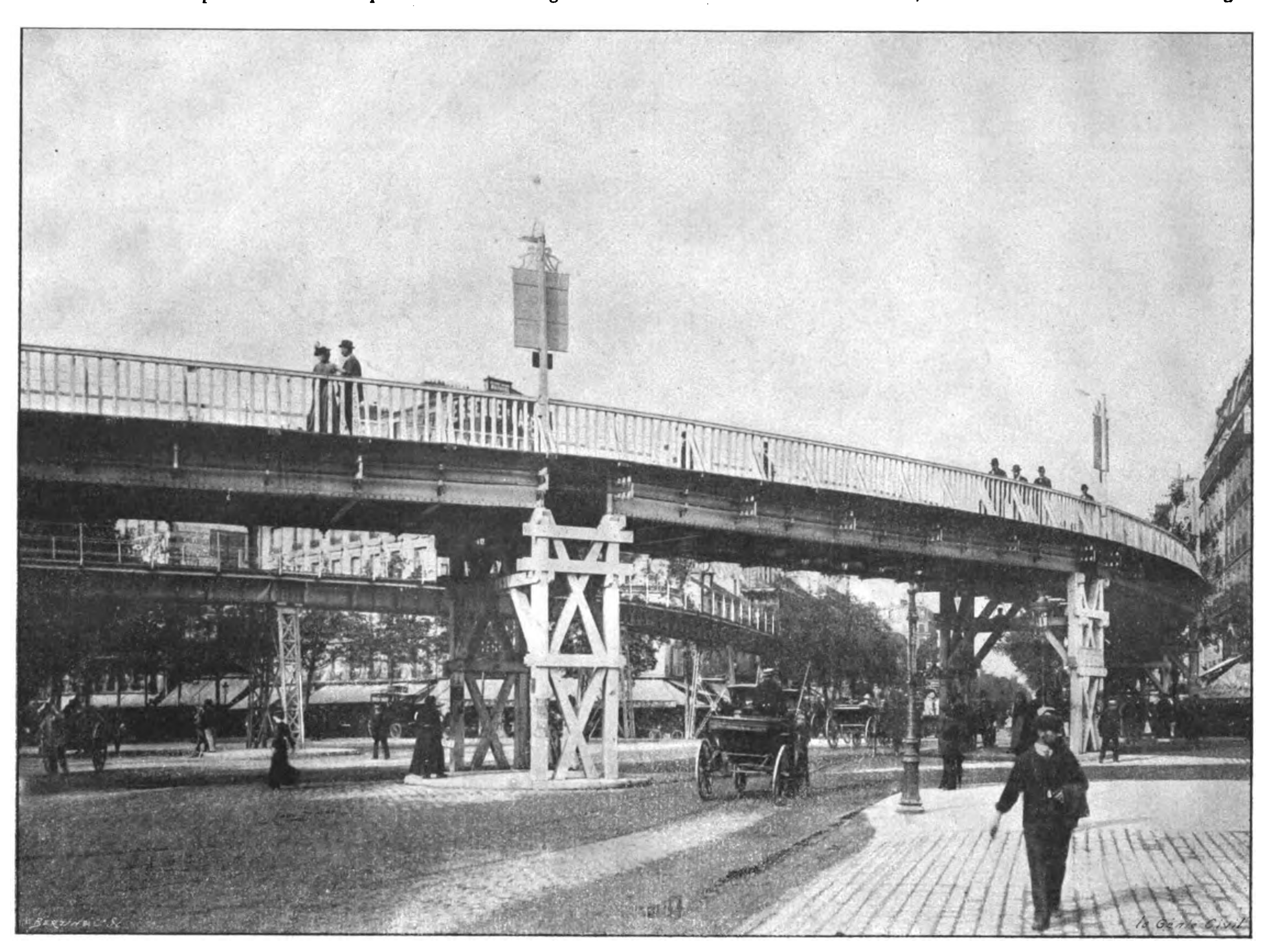


Fig. 6. — Plate-forme mobile de l'Exposition. — Viaduc du carrefour de l'École militaire.

Pour clore la chaîne des trottoirs après montage, deux paires de trucks spéciaux furent construits sur mesure, de façon à remplir exactement le nombre de mètres de voie restant à couvrir et qui n'était pas multiple exact de la longueur d'un truck.

*Construction et montage de la plate-forme mobile.* — La construction de la plate-forme mobile, trucks et palées en bois du viaduc, a été confiée à M. A. Schmid, Ingénieur-constructeur, à Paris, qui en a également effectué le montage. La Société de constructions de Levallois-Perret a été chargée, d'autre part, de l'étude et de la construction des parties métalliques du viaduc.

M. A. Schmid a dû aménager un atelier spécial de 5 000 mètres carrés de superficie, pour l'exécution des 1 700 trucks formant la plate-forme mobile. Cette fourniture représentait un tonnage d'environ 1 800 tonnes à livrer en cinq mois. Les phases successives de la construction furent réparties sur deux lignes d'ateliers parallèles, l'une affectée à l'usinage des pièces détachées devant former le châssis, l'autre au montage du châssis, à l'ajustage et au réglage de ses organes mécaniques.

Un troisième atelier servait à la réception des trucks, à leur vérification sur une voie d'essai et à la pose du platelage. La voie d'essai pouvait recevoir en permanence trois trains de quatre trucks chacun; l'un faisant ses essais à découvert, le deuxième en cours de platelage, le troisième roulant terminé. C'est à ces précautions diverses que l'on doit d'avoir pu monter rapidement les trucks à l'Exposition, sans qu'aucune retouche ait été nécessaire.

*Moteurs et canalisations électriques.* — Les 172 moteurs électriques qui actionnent les treuils moteurs sont des dynamos de cinq chevaux (fig. 2 et 3). Ces moteurs ont été fournis, en partie par la Société industrielle d'Électricité et en partie par la Société d'applications industrielles. Précédemment, dans l'installation d'essai de Saint-Ouen [1], on avait employé des moteurs à courant triphasé. Il a semblé depuis que des moteurs à courant continu seraient préférables, spécialement au point de vue du démarrage.

Les moteurs sont alimentés par du courant électrique à 500 volts; ils sont excités en série. Ils ont été construits spécialement en vue des conditions particulières qu'on leur imposait : faible encombrement, entretien facile.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 16, p. 241.

[illegible]



Fig. 7. — [illegible] quai d'Orsay.



Fig. 9. — [illegible] à travers les arbres du quai d'Orsay.

[illegible]

**Électricité.** — *Sous-station du quai d'Orsay.* — Le courant électrique, qui est utilisé pour les deux modes de transport, plate-forme mobile et chemin de fer, provient de l'usine des Moulineaux, créée pour assurer le service de la ligne Gare Saint-Lazare-Invalides. Ce courant, produit sous forme de courant triphasé, à 25 périodes, à la tension de 5 000 volts, est préalablement transformé en courant continu à 500 volts, dans une sous-station située, dans l'enceinte de l'Exposition, à l'angle du quai d'Orsay et de l'avenue de La Bourdonnais,

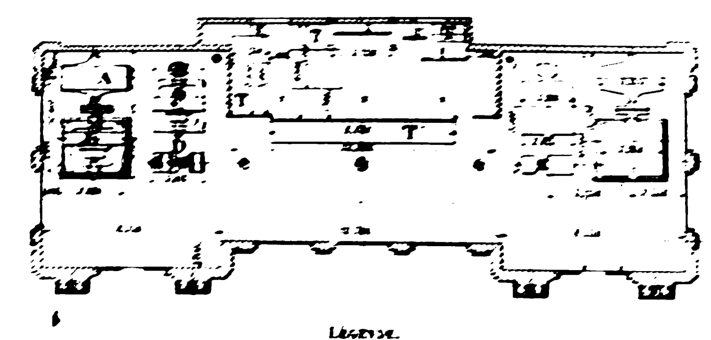


Fig. 8. — Plan de la sous-station de transformation.

en face du pavillon du Creusot. Cette sous-station (fig. 8) peut disposer d'une puissance de 3 000 chevaux. Elle a été installée par la Société industrielle d'Électricité (procédés Westinghouse).

Deux transformateurs tournants sont installés dans cette sous-station, l'un destiné à la plate-forme mobile, l'autre au chemin de fer.

Le premier de ces appareils (fig. 8), est une commutatrice compound de 450 kilowatts tournant à 500 tours. Le voltage du courant triphasé est abaissé à 380 volts, préalablement à son passage dans la commutatrice. Cet abaissement de voltage est réalisé au moyen d'un certain

[illegible]

du deuxième groupe de réserve fournit le courant nécessaire au chemin de fer électrique.

*Démarrage de la plate-forme mobile.* — Le démarrage de la plate-forme mobile qui paraissait devoir présenter certaines difficultés est obtenu très aisément.

Au début, pour mettre la plate-forme en marche, on pensait envoyer sur la ligne un courant de voltage croissant jusqu'à ce que l'intensité nécessaire pour obtenir le couple de démarrage fût atteinte. Les variations de voltage auraient été obtenues en agissant sur l'excitation, la génératrice étant à voltage élastique de 50 à 500 volts.

Cependant, les trucks de la plate-forme mobile et les divers organes moteurs ayant été immobilisés pendant plusieurs mois, lors du montage, on pouvait craindre que, pendant les premiers jours, l'intensité nécessaire au démarrage et la puissance utilisée en marche normale fussent assez considérables. De plus, on ne pouvait risquer de brûler le groupe en service, l'arrivée du groupe de rechange ayant été retardée.

Le système adopté permit d'éviter toute surcharge, tout en n'utilisant qu'une des génératrices prévues. Il consiste essentiellement à mettre au moment du démarrage tous les moteurs, par deux, en série et ensuite à les mettre tous en dérivation sur le réseau bouclé. Les manœuvres sont faites du tableau, au moyen de coupleurs.

Sur le réseau se trouvent deux interrupteurs bipolaires permettant de séparer le réseau en deux tronçons égaux et symétriques. Ces interrupteurs, ouverts au moment du démarrage, sont placés, l'un à l'entrée des feeders sur la plate-forme, l'autre, vers le milieu du parcours, à 1 700 mètres du premier. La longueur des circuits et, par suite, la perte en ligne, sont évidemment doublées pendant la période de démarrage, mais cet inconvénient est peu important si l'on considère que l'intensité à fournir par la génératrice pour produire un couple donné, dans chaque moteur, est moitié de celle nécessaire dans le cas où tous les moteurs sont en dérivation.

Ce mode de couplage, adopté d'abord pour le démarrage seulement, a été conservé pour la marche normale, les vitesses de la plate-forme ayant été jugées suffisantes.

*Consommation d'énergie.* — En général, le démarrage s'effectue à 900 ampères et 200 volts; dès que la marche normale est établie sous 500 volts, ce qui donne comme vitesses respectives environ 7$^{km}$200 et 3$^{km}$600, l'ampérage varie entre 300 et 400 ampères suivant la charge. La consommation d'énergie électrique est, dans ces conditions, bien inférieure aux prévisions.

Du reste, les conditions dans lesquelles s'opère le démarrage se

modifient très sensiblement avec la température, l'état hygrométrique de l'air, l'arrêt de la veille, le réglage des galets, etc.

La marche normale exige au plus une puissance de 280 chevaux, en charge, et comme d'autre part on a les chiffres suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Grande vitesse, poids par mètre courant à vide . kilogr. | | 325 |
| — | — en charge. . . . | 650 |
| Petite vitesse, poids par mètre courant à vide. . . . . . | | 150 |
| — | — en charge. . . . | 230 |

on en peut déduire que le coefficient moyen de traction est très légèrement supérieur à 6 kilogr. par tonne. Il décroît quand la charge augmente, jusqu'à la valeur de 3 kilogr. On a pu constater de plus, fait intéressant à signaler, que la puissance dépensée reste sensiblement constante, quelle que soit la variation de la charge.

*Éclairage*. — Il est obtenu par 180 lampes à arc de 10 ou 8 ampères, 80 lustres de 5 lampes à incandescence, 90 lampes isolées éclairant les tourniquets d'entrée, et 300 lampes à incandescence, de couleur, réparties dans les arbres du quai d'Orsay.

*Téléphone*. — Un réseau de dix appareils nouveaux, système Dardeau, placés dans les bureaux de la Compagnie, à la sous-station, dans sept stations et au milieu de l'avenue de La Motte-Picquet permet sans intermédiaire de causer d'un quelconque des postes à un autre.

*Capacité de transport*. — La plate-forme mobile effectue un parcours complet en 25 minutes. Le trottoir de petite vitesse n'étant considéré que comme un marche-pied, celui de grande vitesse ayant 3 300 mètres de long sur 2 mètres de large, en admettant quatre personnes par mètre carré, on peut estimer à 26 400 le nombre de voyageurs que la plate-forme peut transporter pour un parcours complet. En une heure elle peut en transporter 63 360 et par jour de 13 heures de marche (de 10 heures du matin à 11 heures du soir), 823 680 voyageurs.

La plate-forme électrique a été en mesure de fonctionner, dès le jour même de l'inauguration de l'Exposition. Elle a pu démarrer du premier coup malgré son poids considérable et, depuis, elle a tourné avec la plus grande régularité.

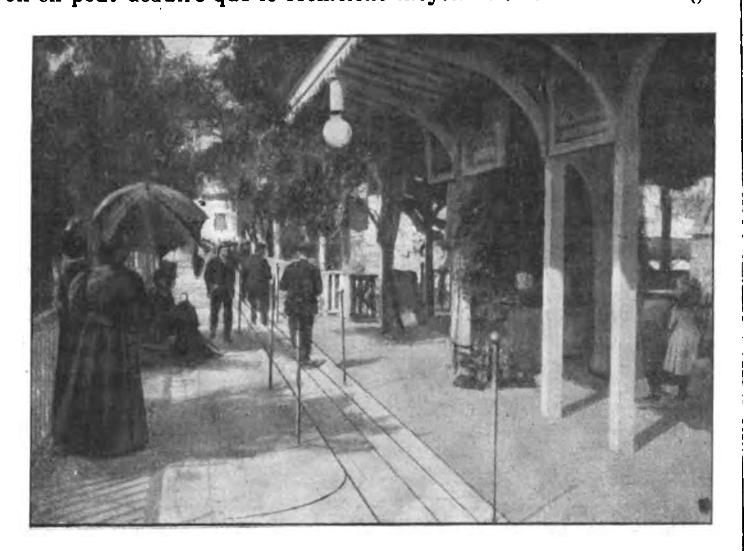


Fig. 10. — Une station sur le quai d'Orsay.

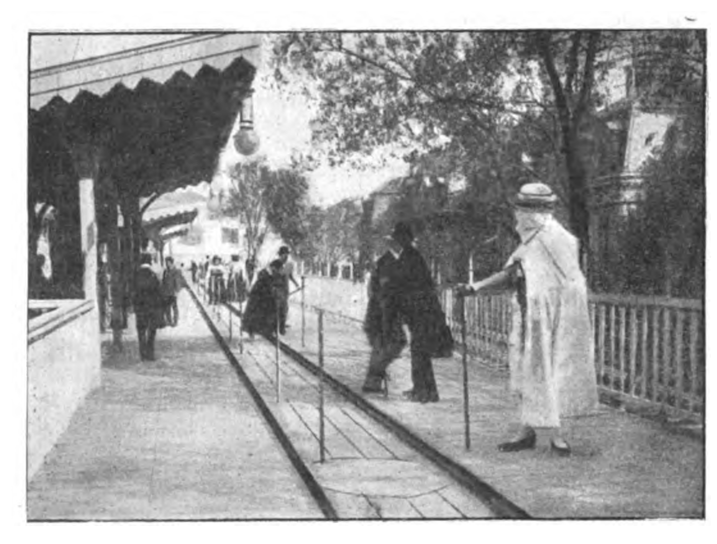


Fig. 11. — Vue perspective d'une station.

Les travaux du chemin de fer électrique et de la plate-forme mobile ont été exécutés par la Compagnie des Transports électriques de l'Exposition, sous la direction de M. Henri Maréchal, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui avait comme chefs de service, M. Jovignot, Ingénieur des Arts et Manufactures, pour la plate-forme mobile, M. Tripier, Ingénieur des Arts et Manufactures, pour le chemin de fer électrique, et M. Cahen, ancien élève de l'École Polytechnique, pour l'éclairage, les téléphones et le contrôle de la sous-station électrique de transformation. M. de Mocomble a été chargé, par la Compagnie, de l'étude et de la fourniture des trucks et appareils mécaniques de la plate-forme.

Alfred Boudon,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## LES ACIERS MOULÉS A L'EXPOSITION DE 1900

*(Suite et fin [1].)*

Propriétés des aciers moulés. — Après le refroidissement qui suit immédiatement la coulée, les moulages d'acier ont une texture à gros grains et sont, par suite, très cassants. Pour améliorer leur qualité et la rendre comparable à celle des aciers forgés, on les soumet à un recuit qui présente en même temps l'avantage de supprimer les tensions moléculaires dues aux inégalités du retrait; on obtient ainsi aujourd'hui, d'une manière tout à fait courante, des propriétés mécaniques très satisfaisantes, qui varient, bien entendu, avec la composition du métal.

A ce point de vue, le premier rang revient naturellement aux moulages obtenus par la fusion au creuset. MM. Holtzer et Cie exposent une série de barrettes et barreaux qui ont été prélevés sur cette catégorie de pièces, et qui ont donné aux essais les résultats suivants :

1° *Essais de traction* sur barrettes de 13mm 8 de diamètre (section primitive : $s = 149^{mm^2}6$) et de 100 millimètres de longueur entre repères.

| LIMITE ÉLASTIQUE en kilogr. par millim. carré | CHARGE DE RUPTURE en kilogr. par millim. carré | ALLONGEMENT POUR CENT | CALIBRE A LA RUPTURE en millim. | SECTION DE RUPTURE en millim. carrés $s'$ | STRICTION $\frac{s-s'}{s} \times 100$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 42 | 29 | 6,9 | 37,4 | 75 |
| 33,9 | 47,4 | 27 | 7,8 | 47.8 | 68 |
| 37.4 | 53,5 | 20 | 8,7 | 59.4 | 60 |
| 42,1 | 58 | 17,5 | 9 | 63.6 | 57 |
| 41,2 | 62,3 | 14 | 9,7 | 73.9 | 50 |
| 52 | 67 | 10,5 | 10,3 | 83.3 | 44 |

2° *Essais de choc*. — Les barreaux, à section carrée de 30 × 30, ont été placés sur des couteaux espacés de 160 millimètres et soumis au choc d'un mouton de 18 kilogr.; la hauteur de chute a été en augmentant de 5 en 5 centimètres à partir de 1 mètre. Les barreaux ont résisté à cet essai et ont été ensuite pliés à bloc au pilon.

On remarquera la valeur élevée de la striction et l'absence de fragilité dénotée par les essais au choc. MM. Holtzer et Cie ont tenu à montrer que ces qualités si remarquables, dues peut-être à la présence dans le métal d'une faible proportion de nickel, se retrouvent bien dans les pièces elles-mêmes ; ils ont fait figurer, à cet effet, dans leur exposition, une pièce d'acier creuse, destinée à recevoir les tubes de niveau d'une chaudière, et qui a été complètement aplatie à la presse sans rupture.

Nous citerons également, dans cet ordre d'idées, une cage de tampon (fig. 1), coulée au creuset par l'usine d'Assailly pour la Compagnie P.-L.-M., et essayée au choc par l'agent réceptionnaire de cette Compagnie.

Cette pièce a d'abord été soumise au choc d'un mouton pesant 512 kilogr., et on a obtenu les résultats suivants :

| HAUTEUR DE CHUTE | NOMBRE DE COUPS | RACCOURCISSEMENT DE AB | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|
| centimètr. | | | |
| 20 | 5 | 0 | A la hauteur de chute de 900 millimètres, la pièce saute hors du mouton d'une façon dangereuse et l'essai est abandonné au bout de deux coups à cette hauteur. |
| 30 | 5 | 0 | |
| 40 | 5 | 0 | |
| 50 | 5 | 0 | |
| 60 | 5 | 1 millim. sur les 3 génératrices. | |
| 70 | 5 | 1 millim. sur les 4 génératrices. | |
| 80 | 5 | 1 — — | |
| 90 | 2 | 2 — — | |

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 20, p. 358.

Les essais ont été ensuite poursuivis à un pilon de 5 tonnes. La cage, placée debout sur l'enclume, a d'abord reçu sans interruption douze coups de pilon, le marteau tombant d'une hauteur de 800 millimètres environ. Au bout du douzième coup, le diamètre D était beaucoup augmenté et la pièce présentait un renflement en forme de cordon parfaitement régulier ; la hauteur AB s'était réduite de 39 millimètres, sans qu'il se fût formé de crique ni de fissure.

On a donné ensuite huit nouveaux coups de marteau dans les mêmes conditions. Le renflement s'est accentué et s'est détaché en formant une concavité à la partie supérieure. A ce moment la hauteur de la pièce avait diminué de 74 millimètres; une fente verticale s'était déclarée au bourrelet, ainsi que de légères criques à la partie supérieure de ce bourrelet.

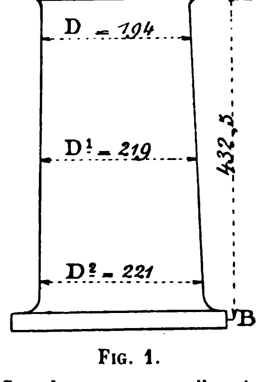



FIG. 1.
Cage de tampon avant l'essai.

Une seconde pièce, essayée au pilon de 5 tonnes dans les mêmes conditions que la première, a d'abord reçu quatorze coups et s'est ainsi raccourcie de 34 millimètres sans présenter de fissure; le bourrelet qui s'était formé vers le milieu du tampon était très régulier. Au dix-huitième coup, une fente s'étant produite verticalement, l'essai a été arrêté; la pièce s'était raccourcie finalement de 37 millimètres, et le diamètre $D_1$ avait passé de 219 millimètres à 254 millimètres.

Ces essais ne doivent évidemment pas être considérés comme représentant la moyenne des résultats obtenus avec les moulages au creuset; mais ils donnent une idée de la perfection à laquelle on est arrivé dans leur fabrication.

Nous indiquons ci-après la composition moyenne approximative du métal des voussoirs du pont Alexandre III, coulés par les usines Saint-Jacques de la Compagnie de Châtillon-Commentry; cette composition peut être considérée comme représentant un type tout à fait normal de métal Martin acide employé pour les moulages :

| | |
|---|---|
| Carbone | 0,45 °/ₒ |
| Silicium | 0,35 °/ₒ |
| Manganèse | 0,50 °/ₒ |

A la suite du recuit à 1 000°, dont les détails ont déjà été exposés dans le *Génie Civil* [1], on a obtenu en moyenne sur les barrettes de traction les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| Limite d'élasticité | 28kg50 par millimètre carré. |
| Charge de rupture | 55kg00 — |
| Allongement | 16,50 °/ₒ |

Les barreaux de choc, essayés dans les conditions réglementaires indiquées plus haut avec le mouton de 18 kilogr., ont résisté jusqu'à des hauteurs comprises entre 2 mètres et 2m 50; beaucoup ont dû être entaillés à la tranche pour être cassés.

Les moulages les plus employés accusent, en général, aux essais de traction une limite d'élasticité voisine de 30 kilogr., une charge de rupture comprise entre 50 et 60 kilogr., et un allongement d'au moins 15 °/ₒ; mais on réalise aisément des aciers beaucoup plus doux. Ainsi l'on considère aujourd'hui comme possible de couler au four Martin des pièces de 32 kilogr. de résistance et 30 °/ₒ d'allongement. Il est tout aussi facile, d'ailleurs, de couler des moulages en acier dur; dans la pratique, la résistance s'élève jusqu'à 85 kilogr., et l'allongement reste supérieur à 4 °/ₒ.

Les aciers coulés aux petits convertisseurs ne diffèrent pas sensiblement, par leurs propriétés mécaniques, de ceux fabriqués au four Martin. D'après le mémoire déjà cité de M. Tissot, on obtient, avec ces appareils, du métal de toute nuance depuis 40 kilogr. et 35 °/ₒ d'allongement jusqu'à 80 kilogr. et 7 à 8 °/ₒ d'allongement. On a facilement un acier doux présentant à peu près la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Carbone | 0,15 à 0,20 °/ₒ |
| Silicium | moins de 0,05 °/ₒ |
| Manganèse | 0,15 à 0,20 °/ₒ |

Le métal plus dur s'obtient le plus souvent par recarburation après achèvement de l'affinage.

Nous citerons, à ce sujet, quelques résultats d'essais de traction relevés à l'exposition des Aciéries de Grenelle de MM. Plichon et ses fils. Les éprouvettes dont il s'agit, découpées à froid dans des lingots simplement recuits, coulés au convertisseur, ont donné :

$R = 47$ kilogr., $a = 28$ °/ₒ,
$R = 52$ kilogr., $a = 27$ °/ₒ,
$R = 60$ kilogr., $a = 22$ °/ₒ.

La même usine expose deux barrettes dont les essais ont été arrêtés avant rupture pour montrer la striction, et qui ont donné à ce moment un allongement de 30 °/ₒ pour des charges de 46 et 47 kilogr.

Quant aux barreaux de choc, ils ont tous subi avec succès l'épreuve réglementaire au mouton de 18 kilogr. jusqu'à la hauteur de chute de 1m 50 ; ils ont pu ensuite supporter dix coups à la hauteur de 2 mètres.

Ces résultats sont très satisfaisants et ont permis de réduire notablement les applications du métal forgé dans les constructions mécaniques.

Comme nous l'avons dit plus haut, les propriétés mécaniques des aciers moulés sont mises en évidence par le recuit. Il y a peu de temps encore, cette opération se pratiquait toujours de la manière suivante : Les pièces une fois amenées à la température de forgeage du métal de même dureté, on maintenait cette température pendant quelques heures, pour permettre au cément de se répandre uniformément dans toute la masse, et on laissait les portes du four fermées jusqu'au refroidissement complet. Depuis quelques années, certaines usines, s'inspirant de la méthode suivie pour le recuit des pièces forgées en acier doux, ouvrent les portes du four en grand pendant quelques heures, de manière à abaisser brusquement la température de 1 000° à 600° environ, et le refroidissement lent ne commence qu'ensuite. Cette sorte de trempe à l'air augmente un peu la résistance, en diminuant l'allongement; mais elle doit améliorer le grain du métal et le rendre, par suite, moins fragile. Malgré l'intérêt qu'elle présente, au moins théoriquement, cette pratique ne s'est pas encore généralisée.

Ce n'est pas uniquement au point de vue des propriétés mécaniques que les aciers moulés se sont améliorés dans ces dernières années. Non seulement les surfaces extérieures s'obtiennent très belles; mais on a couramment un métal tout à fait compact, absolument exempt de piqûres ou soufflures. Il suffit, pour s'en rendre compte, d'examiner les pièces de machines exposées, notamment les grands pistons à vapeur entièrement tournés, et les moulages que l'on a tronçonnés pour montrer la compacité du métal.

Enfin, nous signalerons une invention encore peu connue, qui a été présentée au Congrès des Mines et de la Métallurgie.

M. P. Huth, Ingénieur à Gelserkirchen (Allemagne), a trouvé le moyen, dans ces dernières années, de couler en acier des pièces présentant une certaine analogie avec les moulages de fonte en coquille; il se sert, à cet effet, de la force centrifuge. Si, par exemple, le moule d'une roue de chemin de fer est animé d'un mouvement de rotation, et qu'on y coule d'abord de l'acier dur, cet acier s'applique sur la surface intérieure; si l'on finit ensuite de remplir le moule avec de l'acier doux, on a une roue dont le corps, en métal doux, présente toutes les qualités requises pour résister aux efforts auxquels il est soumis et dont le pourtour peut être assimilé à un bandage dur. M. Huth a présenté au Congrès des photographies de cassures de pièces ainsi coulées, dans lesquelles la limite de la partie dure et de la partie douce apparaît très nettement. Ce procédé a été appliqué, paraît-il, avec succès non seulement à la fabrication des roues, mais encore à bien d'autres pièces, parmi lesquelles nous citerons des engrenages et pignons, ainsi que des cylindres de laminoirs.

APPLICATIONS DE L'ACIER MOULÉ. — Les applications de l'acier moulé se sont étendues dans ces dernières années d'une manière considérable. Les pièces nombreuses et variées exposées par les fonderies d'acier permettent de s'en rendre compte.

Ce qui frappe avant tout, c'est le développement pris par l'emploi de l'acier moulé dans les constructions navales. Il entre dans la coque même des navires sous forme d'étraves et d'étambots, et l'on peut voir, à la section hongroise, le fac-similé d'une étrave d'une seule pièce pesant 23 500 kilogr., coulée par les usines royales hongroises de Diosgyor.

On peut admirer également dans la section autrichienne un très bel étambot en plusieurs pièces, exposé par l'usine Skoda, de Pilsen, et désigné comme destiné à un transatlantique de 24 000 tonnes; il est flanqué de deux bras formant support pour les arbres des hélices latérales, et l'ensemble pèse 80 000 kilogrammes.

Quant aux accessoires de coque qui se font maintenant en acier moulé, ils sont très nombreux et l'on voit notamment, à l'Exposition, des écubiers, des cadres de gouvernail, des cloches de cabestan.

Dans les machines marines, l'acier moulé s'est peu à peu substitué à la fonte pour les bâtis et plaques de fondation, pour les cylindres à haute et moyenne pression, les pistons, les tiroirs, les excentriques, etc. L'usine de Saint-Chamond expose une plaque de fondation de machine du poids de 8 000 kilogr., destinée à un croiseur russe; la Compagnie de Châtillon-Commentry présente un couvercle de cylindre de moyenne pression (fig. 2) et un tiroir de machine qui sont très réussis. Nous signalerons particulièrement un cylindre à vapeur à haute pression, de 1m 600 de longueur et de 1m 220 de diamètre, du poids de 6 000 kilogr. après ajustage, présenté par l'usine de Firminy. Avec ses deux boîtes de distribution pour tiroirs cylindriques, de 0m 620 de diamètre, les trois tubulures d'arrivée et de sortie de vapeur sur chaque boîte, les supports latéraux de forme triangulaire et complètement évidés, cette pièce, qui a supporté une pression hydraulique

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 11, p. 165.

de 30 kilogr. et une pression de vapeur de 18 kilogr., met en relief d'une manière tout à fait saisissante la sûreté avec laquelle on fabrique maintenant ce genre de moulages. On voit aussi des pistons, des tiroirs, des colliers d'excentrique entièrement usinés et sans défauts. Nous citerons enfin une hélice de 3m 200 de diamètre exposée par les aciéries de Saint-Étienne et destinée à un remorqueur de la Compagnie du Canal de Suez; l'usine Skoda, de Pilsen, présente d'ailleurs également une grande hélice à quatre branches, pesant 4 722 kilogr., ainsi que des plaques de fondation et bâtis pour grosses machines marines d'une exécution très remarquable.

Depuis l'introduction sur les navires des chaudières multitubulaires haute pression, l'emploi de l'acier moulé a été entièrement généralisé par la marine pour tous les accessoires de ces chaudières et des conduites de vapeur; ces soupapes et robinets divers, tubulures, détendeurs, etc., dont on voit de nombreux exemples, et qui sont généralement coulés au creuset, sont tous parfaitement étanches sous une pression hydraulique de 30 kilogr. On confectionne également en acier moulé des cylindres de moteurs Brotherood pour torpilles, qui doivent supporter une épreuve d'étanchéité à une pression de 80 kilogr.; la Compagnie de Châtillon-Commentry en expose deux spécimens intéressants, dont l'un a été tronçonné suivant son plan de symétrie et montre une coupe irréprochable.

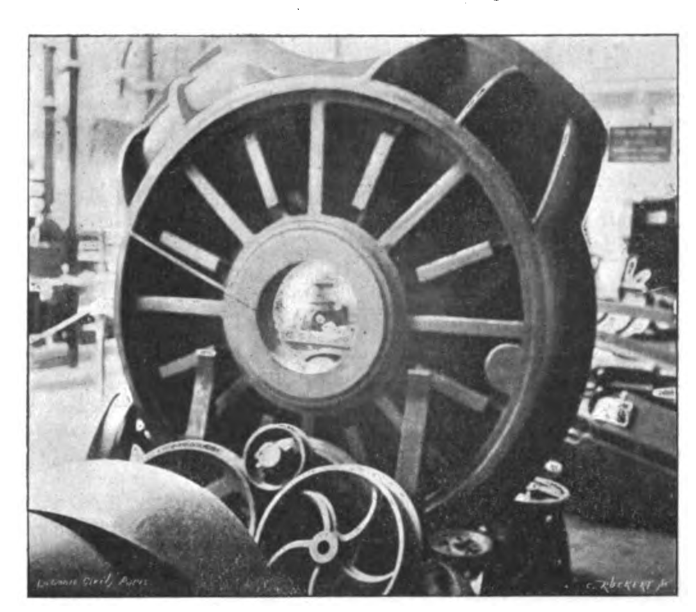


Fig. 2. — Couvercle de cylindre en acier moulé.

L'artillerie utilise l'acier moulé pour ses affûts de types récents, et l'on a pu en simplifier l'ajustage par la réunion en une seule pièce des divers éléments, châssis, entretoise avant, et chemin de roulement circulaire qui le composent. Un spécimen de ces pièces (châssis d'affût de 100 millimètres) est exposé par la Compagnie de Châtillon-Commentry.

Parmi les moulages d'acier qui rentrent dans le matériel de chemin de fer, nous signalerons les croisements de voie, cœurs, boîtes à graisse, cages de tampons, caissonnements de cylindres de locomotives, ferrures diverses de wagons et voitures, etc. On voit même dans la section russe et dans les sections hongroise et autrichienne des roues de locomotives et de wagons.

Le service des Ponts et Chaussées, de son côté, a donné un exemple éclatant de la confiance qu'il a maintenant dans l'acier moulé, en le choisissant pour la construction des arcs du pont Alexandre III; cette confiance a été d'ailleurs hautement justifiée, non seulement par la rapidité, mais surtout par la régularité de la fabrication, qui fait le plus grand honneur aux usines qui l'ont entreprise.

Les applications des moulages d'acier au matériel des forges sont très variées. En dehors des engrenages, pignons, couronnes dentées de tout type et de toutes dimensions pour laminoirs et appareils de levage, des cages de laminoirs, cylindres de laminoirs, etc., nous citerons notamment les pièces entrant dans la construction des presses hydrauliques, dont l'usine de Saint-Chamond expose des modèles intéressants; le sommier supérieur de la presse de 6 000 tonnes de cette usine pèse après usinage 65 000 kilogr., et le pot de presse 25 000 kilogrammes.

L'acier moulé entre également pour une part importante dans le matériel de mines, sous forme de roues de bennes et de wagonets, dont on voit de nombreux spécimens.

Il convient de signaler particulièrement un emploi assez récent qui s'est beaucoup développé. Nous voulons parler du remplacement, à peu près général, des carcasses de dynamos en fonte, avec noyaux d'inducteurs en fer rapportés, par des carcasses en acier extra-doux, dont les figures 3 et 4, 5 et 6, montrent des types assez caractéristiques que l'on trouve à l'Exposition. La valeur élevée de la perméabilité magnétique, qui est plus du double de celle de la fonte, et la suppression de nombreux joints ont permis de réduire dans des proportions très importantes le poids et l'encombrement. Les petits convertisseurs, qui donnent sans difficulté la nuance de métal convenant à cette fabrication, ont puissamment contribué à l'extension de cet emploi de l'acier moulé pour les dynamos de toute puissance.

Enfin, les petits moulages ont donné lieu à des applications multiples dans toutes les industries. Nous citerons, notamment, parmi les applications mécaniques, des bâtis de riveuse hydraulique, des bielles, leviers, crochets, chapes de palan, etc., et parmi les pièces destinées à l'agriculture, des avant-corps de charrue, des roues de faucheuse très minces.

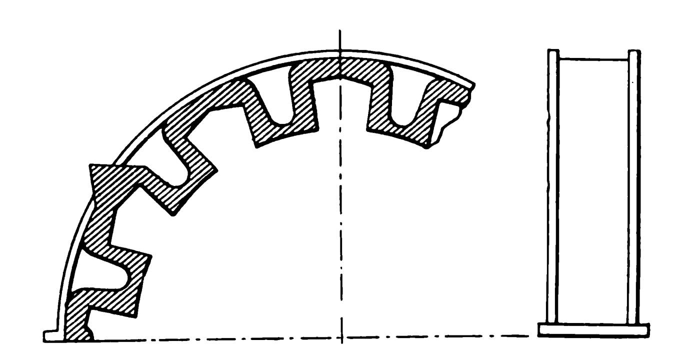


Fig. 3 et 4. — Demi-carcasse supérieure d'une dynamo Mather et Platt de 305 kilowatts.

Conclusion. — L'exposé qui précède fait ressortir le rôle de plus en plus important pris par l'acier moulé dans les constructions de tout genre (1). Il y a une dizaine d'années à peine, l'acier moulé servait surtout à remplacer la fonte dans les pièces soumises à des chocs; sa substitution au métal forgé n'était tentée qu'avec une certaine appréhension, due, non seulement à la crainte de défauts intérieurs, mais surtout à l'idée qu'un corroyage important était nécessaire pour donner au métal des propriétés mécaniques acceptables.

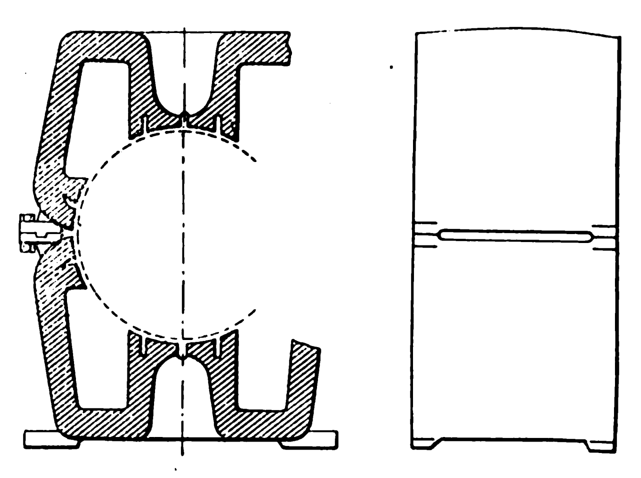


Fig. 5 et 6. — Culasse d'une dynamo cuirassée Bréguet de 100 kilowatts.

On obtient aujourd'hui couramment des pièces sans défaut et très compactes, et l'on arrive, par un recuit bien conduit, à améliorer assez le grain, pour avoir une ténacité et une ductilité suffisantes dans la plupart des cas. On peut même, avec une certaine addition de nickel, avoir des pièces simplement coulées, dont les propriétés mécaniques sont supérieures à celles des pièces forgées en acier ordinaire (2).

Il y a donc lieu de penser que l'industrie des moulages d'acier ne s'arrêtera pas dans son essor, et si, pour certaines pièces telles que les bielles, les arbres coudés, les essieux, on continue à demander au travail à chaud une amélioration de la qualité du métal, on arrivera, sans doute, surtout avec l'emploi de plus en plus développé de la presse hydraulique, à se contenter d'un forgeage modéré, en partant d'une forme relativement approchée obtenue par le moulage.

A. Abraham,
*Ingénieur des Constructions navales.*

(1) Nous rappellerons, à ce propos, qu'en janvier 1891, le *Génie Civil* a publié (t. XVIII, n° 12, p. 187 et n° 13, p. 207) deux intéressantes Notes de M. P. Mahler, l'une sur la *Fabrication des moulages en acier Martin-Siemens*, l'autre sur la *Fabrication des petits moulages en acier*. N. D. L. R.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 15, p. 268.

## VARIÉTÉS

### La Viscose et le Viscoïde.

La cellulose, cet élément principal du tissu des plantes, appartient en chimie, malgré ses nombreuses variétés, à un groupe unique, celui des hydrates de carbone. Débarrassée des produits qui l'accompagnent dans les plantes, c'est une substance incolore, insoluble dans les dissolvants simples, notamment dans l'eau, et résistant en général à l'oxydation et à l'hydrolyse.

Les alcalis concentrés agissent avec une grande énergie sur la cellulose ; elle forme avec eux un composé défini accompagné d'une hydratation. Si l'on opère alors un simple lavage à l'eau, ce composé se dissocie : l'alcali est régénéré et la cellulose reparait sous la forme d'hydrate de cellulose.

C'est sur cette réaction, découverte et étudiée par Mercer, que MM. Cross, Bevan et Beadle ont basé les applications industrielles d'un nouveau produit, qu'ils ont nommé *viscose*. M. Ch. Bardy a donné récemment à la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* (1), d'intéressants détails sur ce composé, dont il a été étudier la fabrication en Angleterre.

Fabrication de la viscose. — La fabrication de la viscose comprend deux phases : préparation de l'alcali-cellulose et production de la viscose.

La première opération consiste à humecter la cellulose (coton défibré, pâte de bois, etc.) avec 50 % de son poids de soude caustique dissoute dans l'eau.

Dans la seconde opération, on traite l'alcali-cellulose obtenu, à la température ordinaire et en vase clos, par une quantité de sulfure de carbone équivalente à 40 % de la cellulose qui y est contenue :

$$\underbrace{X.ONa}_{\text{alcali-cellulose}} + \underbrace{CS^2}_{\text{Sulfure de carbone}} = \underbrace{CS < {OX \atop SNa}}_{\text{Xanthate de cellulose}}$$

Cette réaction s'effectue en deux ou trois heures avec gonflement produit par l'action du sulfure de carbone : l'alcali-cellulose se convertit en une masse gélatineuse, transparente, donnant dans l'eau une solution homogène, d'une viscosité extraordinaire, d'où son nom de *viscose*.

Les solutions de xanthates de cellulose ne sont pas stables ; elles se décomposent spontanément, au bout d'un certain temps, en cellulose hydratée, en alcali et sulfure de carbone, ou produits de l'action réciproque de ces derniers corps. La chaleur opère également la décomposition de la viscose.

La cellulose régénérée des solutions de viscose diffère de la cellulose primitive par une proportion d'eau plus élevée, ainsi que par les réactions plus faciles de ses groupes OH.

Utilisations industrielles de la viscose. — *Applications de la viscose comme agent d'agglomération.* — Au bout de huit ou dix jours, la solution de viscose ainsi obtenue s'est gélatinisée ; elle a été abandonnée par le sulfure de carbone combiné avec l'excès de soude, et la cellulose redevient insoluble. Lavé, puis séché à l'air libre, le coagulum présente l'aspect de la corne ; il se travaille bien et peut recevoir un beau poli.

Si, avant la gélatinisation de la solution de viscose, on y introduit des substances inertes, telles que kaolin, brai, liège en poudre, sciure de bois, etc., on donne naissance à des corps fortement agglomérés, susceptibles d'être travaillés. Moulée, puis soumise à l'action de la chaleur, la pâte peut servir à la confection d'une foule d'objets ne s'amollissant ni ne fondant sous d'assez hautes températures. Les produits fabriqués de cette manière ont reçu le nom de *viscoïdes*.

Les qualités agglutinantes de la viscose et sa ténacité sous forme pelliculaire ont permis de l'utiliser dans la fabrication du papier d'emballage et du carton, qu'elle imperméabilise en partie. Le papier ordinaire, encollé à la viscose après fabrication, tient le milieu entre le papier et l'étoffe, supporte l'ébullition et la teinture à chaud.

La viscose trouve également son utilisation dans la reliure, pour l'encollage des dos de livres ; dans l'impression et l'apprêt des tissus ; ainsi que dans la peinture en bâtiment, où elle est employée sous le nom de peinture au *fibrol*.

*Filature de la viscose.* — L'emploi de la cellulose dans la préparation des fils a donné déjà de remarquables résultats, par l'invention de M. H. de Chardonnet, promoteur de la soie artificielle, obtenue par la substitution au fil de soie d'un fil de nitrocellulose dénitré après filage. Il faut aussi mentionner le procédé Du Vivier, suivant lequel on dissout la nitrocellulose dans l'acide acétique.

Les solutions de cellulose dans l'oxyde de cuivre ammoniacal et dans le chlorure de zinc donnent des fils assez fins ; mais ceux-ci ne sont encore utilisés que comme filaments des lampes électriques à incandescence.

(1) Voir *Bulletin* de mars 1900.

MM. Cross et Stearn sont parvenus également à utiliser les fils de cellulose pour la production des étoffes. Leur procédé, comme celui de M. de Chardonnet, est indirect, puisqu'il utilise l'existence éphémère du xanthate de cellulose pour donner à la substance la forme qu'elle doit conserver. La ténacité de la viscose filée est presque égale à celle de la soie, et son allongement avant rupture atteint de 20 à 30 %. Les fils, très brillants, se teignent bien et résistent à l'action du chlore.

*Production de pellicules de viscose.* — En versant la solution de viscose sur une surface plane, telle que du verre, et en l'évaporant par une chauffe à 80°, la cellulose devient insoluble et adhère fortement au verre. Si on immerge alors la plaque dans l'eau, la cellulose s'en détache facilement et forme une pellicule continue, transparente et très résistante, imperméable aux graines. Cette pellicule, qui doit être séchée sous tension, convient, entre autres, à la confection des fleurs et feuillages artificiels. Déposée sur des tissus, elle produit des étoffes couchées qui, teintes et gaufrées, imitent le cuir et conviennent pour l'ameublement. L'industrie des papiers couchés, par le même procédé, est très développée en Amérique.

La rapidité exceptionnelle avec laquelle se fait, par osmose, le passage des cristalloïdes au travers de la cellulose, rend son usage précieux dans les laboratoires, soit sous forme de pellicules, soit sous forme de diaphragmes composés de papier ou de tissu, recouverts d'une solution épaisse de viscose fixée.

*Fabrication des dérivés de la cellulose.* — L'opinion que la cellulose est un alcool a été confirmée par les recherches de MM. Cross et Bevan. Elles ont établi que les hydroxyles contenus dans la cellulose régénérée étaient doués d'une réactivité beaucoup plus grande que dans la cellulose naturelle. C'est de cette propriété que M. Cross a tiré profit pour la production facile des éthers cellulosiques.

Le tétracétate de cellulose n'est ni explosif, ni facilement combustible. Il se dissout dans le chloroforme, l'épichlorhydrine, le benzoate d'éthyle, l'acide acétique cristallisable, la nitrobenzine, etc. Ces solutions fournissent des pellicules transparentes extrêmement minces, résistant aux réactifs et imperméables à l'eau et aux gaz. Ces propriétés rendent les éthers d'acides gras de la cellulose aptes à de très nombreuses utilisations : dans la photographie, comme pellicules ininflammables ; dans la fabrication des vernis ; en chirurgie, comme succédanés du collodion, etc.

### Joint-raccord pour tuyaux de vapeur en cuivre.

Le joint-raccord, dont les figures 1 à 3 représentent diverses applications, a pour objet de supprimer, dans les tuyauteries de vapeur en cuivre, la brasure qui relie la bride au corps du tuyau.

De même que dans un dispositif récemment décrit par le *Génie Civil* (1), le raccord des deux extrémités des tuyaux se fait au moyen de brides, entre lesquelles le métal fortement serré forme par lui-même joint étanche.

Ce joint-raccord, système Vasse, est essentiellement constitué (fig. 1) par la combinaison d'une bride droite ordinaire, d'une bride à ajutage

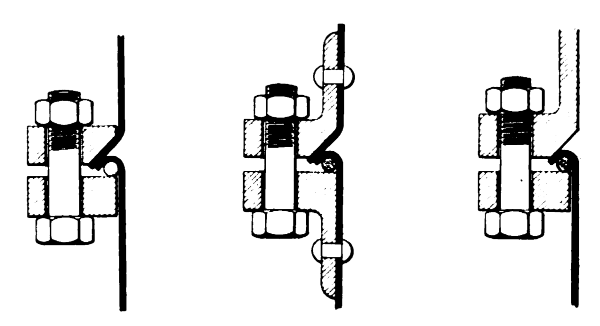


Fig. 1 à 3. — Applications du joint-raccord.

conique et d'une bague en fil de fer non soudée. On évase l'extrémité de l'un des tubes pour l'appliquer sous la bride conique, tandis que le bord du second tube est recourbé sur la bague placée sur le pourtour intérieur de la deuxième bride. Le serrage des boulons provoque un léger glissement relatif, puis un contact énergique des extrémités des tubes. L'emploi, dans ce joint, d'une bague, permet d'éviter les angles vifs et par suite les ruptures.

La figure 2 représente le joint dans le cas de brides cornières rivées sur tubes en cuivre. La figure 3 est relative à l'emploi de ce joint-raccord entre une pièce fondue et un tube en cuivre.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 22, p. 353.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 10 septembre 1900.*

**Anatomie végétale.** — *Sur le bois de Conifères des tourbières.* Note de M. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait déjà que les végétaux qui composent la tourbe sont profondément modifiés par des micro-organismes. Ayant eu l'occasion d'examiner des échantillons de bois de Conifères fraîchement extraits des tourbières du marais de Saint-Gond, dans la vallée du Petit-Morin (Marne), M. Géneau de Lamarlière a constaté que dans le bois de Conifères des tourbières, la lame intercellulaire, formée de composés pectiques et de lignine, reste intacte alors que la portion interne des membranes des trachéides a été fortement attaquée et modifiée par l'action microbienne. La lignine et la cellulose, décomposées probablement par l'action microbienne, ont disparu. Il ne reste qu'une substance amorphe soluble dans la potasse, l'ammoniaque, etc., après l'action du chlore. Cette matière présente les principales propriétés de la callose sans que l'on puisse affirmer cependant qu'il y ait identité entre les deux substances.

**Électricité.** — *Sur les modifications des propriétés électriques et organiques des câbles, sous l'action prolongée des courants.* Note de M. Georges RHEINS.

Lorsqu'un câble est soumis à l'action d'un courant de sens variable, caractérisé par des flux égaux d'électricité contraires, il conserve intactes toutes ses propriétés électriques et organiques.

S'il est soumis à l'action d'un courant toujours de même sens, il semble perdre ses propriétés électriques et organiques, dans un ordre qui reste toujours le même, et passer par quatre états caractérisés par la perte complète d'une propriété électrique et la variation des propriétés encore conservées. Leur ordre de disparition est le suivant : self-induction, capacité, isolement, conductibilité.

Cette action est due à la pénétration lente du métal de l'âme dans le diélectrique ; elle est indépendante de celui-ci, puisqu'elle a été prouvée pour des câbles sous gutta et sous papier. Dans les deux cas, on a trouvé le cuivre de l'âme dans le diélectrique.

Pour des câbles sous gutta, en service depuis vingt ans, le cuivre avait pénétré jusqu'à la couche extérieure du câble constitué par deux couches de gutta séparées par du chatterton.

Dans les câbles sous papier en service depuis quatre ans et constitués également par deux couches de papier, la couche interne seule contenait du cuivre.

La cause de la pénétration du cuivre de l'âme dans le diélectrique est assez complexe, puisqu'elle semble dépendre à la fois de la nature et des particularités du courant, et de la nature du milieu dans lequel est placé le câble. La comparaison des cas observés permettra sans doute de distinguer la cause effective.

**Chimie organique.** — *Sur les nitrocelluloses.* Note de M. Léo VIGNON.

M. L. Vignon a montré précédemment que les produits obtenus en nitrant au maximum la cellulose, l'hydrocellulose et l'oxycellulose, réduisent énergiquement la liqueur cupropotassique et agissent sur le réactif de Schitt (fuchsine-acide sulfureux). Il présente aujourd'hui les résultats de l'étude qu'il vient de faire sur le pouvoir réducteur des dérivés nitrés de la cellulose, et sur la création de ces propriétés réductrices par la nitration.

Deux échantillons de nitrocellulose A et B et de nitrooxycellulose A' et B' ont été préparés. Pour le premier de chaque série, la nitration a été poussée à son maximum ; on a cherché à obtenir, avec le second, un produit faiblement nitré.

Des nombres que l'auteur a obtenus, on peut conclure :

1° Que les celluloses et oxycelluloses nitrées réduisent énergiquement la liqueur cupropotassique ;

2° Que leur pouvoir réducteur est indépendant du degré de nitration de la cellulose ou de l'oxycellulose ;

3° Que le pouvoir réducteur est à peu près le même pour la cellulose nitrée et l'oxycellulose nitrée ;

4° Enfin que le pouvoir réducteur, sensiblement constant, quelle que soit la nitrocellulose ou la nitrooxycellulose considérée, est environ le 1/5 de celui du sucre interverti.

Pour interpréter ces résultats, il faut en outre se reporter aux propriétés de l'oxycellulose qui réduit très énergiquement la liqueur cupropotassique, tandis que la cellulose et l'hydrocellulose sont privées de pouvoir réducteur.

Étant données les conditions de formation de l'oxycellulose, on doit admettre que, lorsqu'on fait agir l'acide nitrique sur la cellulose, il y a formation d'oxycellulose en même temps que la nitration s'effectue. Le produit que l'on obtient, pour une nitration totale ou partielle, n'est pas de la *nitrocellulose*, mais de la *nitrooxycellulose*.

**Physique.** — *Sur la liquéfaction de l'air par détente avec production de travail extérieur.* Note de M. Georges CLAUDE, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une précédente Note [1], M. G. Claude a indiqué que l'insuccès de ses essais sur l'extraction de l'oxygène de l'air par dissolution à basse température l'avait conduit à se tourner dans une autre direction. Ses nouvelles recherches ont été poursuivies dans la voie de la liquéfaction industrielle de l'air, dont les admirables travaux du professeur Linde ont ouvert l'accès.

Bien que l'oxygène ait déjà été obtenu très économiquement par cet intermédiaire de la liquéfaction, son prix est encore resté trop élevé pour beaucoup d'applications éventuelles des plus importantes. Cela provient, en grande partie, du coût trop élevé jusqu'ici de la liquéfaction, de sorte que la première chose à faire consiste à rendre plus économique la production de l'air liquide.

On sait que les premières tentatives faites pour arriver à la liquéfaction *industrielle* de l'air (Siemens, 1860 ; Solvay, 1885 ; Hampson, etc.), ont mis en jeu le principe de la détente *avec* travail extérieur récupérable, et que ces essais ont échoué pour différentes causes, dont les principales paraissent avoir résidé dans l'énergie du réchauffement par la chaleur ambiante, et surtout dans la difficulté d'assurer le graissage des organes mobiles de la machine de détente (piston, tiroirs, etc.), dans les conditions extrêmes de température auxquelles ils sont soumis. C'est ce qui a engagé M. Linde à recourir à un principe nouveau (détente *sans* production de travail extérieur) qui lui a permis de résoudre industriellement le problème.

Néanmoins, la théorie indique que la première méthode permettrait d'arriver à un meilleur rendement si l'on parvenait à éliminer ses inconvénients.

C'est ce qui a conduit M. G. Claude à entreprendre ces essais, dans lesquels la difficulté d'assurer le graissage des organes mobiles est apparue comme l'obstacle capital.

Or, l'air liquide *mouille* les métaux. On peut donc espérer que si, dans une machine à piston et tiroir, par exemple, combinée avec un échangeur de température convenable, la liquéfaction de l'air, du fait de la détente, pouvait commencer *dès la mise en marche*, la lubrification serait assurée automatiquement par l'air liquide même, au même titre que les organes d'une turbine sont lubrifiés par l'eau.

Le difficile semble donc être de franchir la période initiale. Une première idée vient à l'esprit pour la résoudre : supprimer purement et simplement cette période difficile et, pour cela, refroidir préalablement la machine de détente et l'échangeur, à l'aide d'air liquide puisé à une autre source, ou d'une détente Linde, à un point suffisant pour que la liquéfaction commence dès la mise en marche et assure la lubrification.

Mais l'auteur a été amené, au cours de ses essais, à un moyen beaucoup plus simple, consistant à partir de la température ambiante et à assurer le graissage de la machine à l'aide de liquides convenables, à points de congélation graduellement décroissants à mesure du refroidissement.

Toutefois de l'air liquide n'a pas été extrait de la machine dans ces premiers essais, parce qu'avec le matériel disponible et qui avait été prévu pour la pression de 60 atmosphères, il n'a pas été possible, en pratique, de dépasser 25 atmosphères. Le seul remède, avec les appareils en question, serait de marcher à plus haute pression.

Néanmoins, ces essais peuvent être considérés comme très encourageants, puisqu'ils indiquent d'abord, d'une façon absolue, la possibilité de la marche de machines motrices dans les conditions de température qui accompagnent la liquéfaction de l'air, et qu'ils ont permis de dépasser considérablement la limite de température atteinte jusqu'ici à l'aide de la détente avec travail extérieur, soit — 95° dans les essais de M. Solvay. D'autre part, la faiblesse de la pression qui a provoqué les abaissements énormes de température obtenus, surtout si l'on tient compte de l'imperfection de l'échange des températures et des défauts graves du moteur employé, met en relief d'une manière remarquable l'extrême efficacité de la détente avec travail extérieur récupérable et peut faire penser que les nouveaux essais que M. G. Claude espère pouvoir entreprendre l'amèneront à la liquéfaction économique de l'air.

G. H.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 18, p. 334. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHIMIE INDUSTRIELLE

**L'acide carbonique liquide du commerce.** — On sait que l'on fabrique l'acide carbonique liquide du commerce de quatre façons :

1° A partir de l'acide carbonique qui se dégage dans certaines contrées volcaniques ;

2° A partir de carbonates (magnésite, calcaire) ;

3° Par combustion du coke (procédé Ozouf) ;

4° En partant de l'acide carbonique qui se forme dans la fermentation.

M. Simon THOMAS, dans une note reproduite par le *Moniteur Scientifique*, de juillet 1900, étudie les impuretés contenues dans les produits provenant des quatre premiers modes de préparation.

On a trouvé, comme impuretés gazeuses, de l'oxyde de carbone et de l'air. Ces impuretés existaient surtout dans les premières portions d'acide carbonique, car, en faisant le dosage à la soude après avoir vidé partiellement le tube, on trouvait que ces impuretés n'existaient plus ou, du moins, en quantités infimes.

Voici le tableau résumant ces expériences :

| Origine de l'acide carbonique. | Teneur en eau. | Teneur en gaz insolubles dans une solution de soude. | Nature du gaz. |
|---|---|---|---|
| | °/o | °/o en volume. | |
| Procédé Ozouf . . . . . | 0,07 | 2,0 | Air |
| Naturel. . . . . . . . . | 0,10 | 0,8 | Air |
| Magnésite. . . . . . . . | 0,13 | 4,0 | CO |
| Préparé artificiellement . | 0,03 | 3,4 | CO |
| Pierres carbonatées . . . | 0,17 | 5,7 | Air |

D'autres expériences ont été faites après avoir laissé échapper une certaine quantité de gaz :

| Provenance. | Gaz dégagé. | Teneur en impuretés gazeuses. |
|---|---|---|
| Procédé Ozouf . . . . . | la moitié | Inappréciable |
| Magnésite. . . . . . . | id. | id. |
| Préparé artificiellement . | 90 °/o | id. |
| Pierres carbonatées. . . . | 33 °/o | 0,8 °/o en vol. |

Enfin une troisième série d'expériences a porté sur le résidu laissé par le liquide complètement évaporé :

| Provenance. | Contenance. | Poids du résidu. | Nature du résidu. |
|---|---|---|---|
| | kilogr. | grammes. | |
| Procédé Ozouf. . . . . | 10,0 | 0,5 | Eau et traces d'oxyde de fer |
| Naturel. . . . . . . . . | 10,3 | 520 | 517 gr. eau et 3 gr. oxyde de fer |
| Magnésite. . . . . . . . | 10,1 | 1 | Eau et traces d'oxyde de fer |
| Préparé artificiellement | 8,0 | 0 | » |
| Pierre calcaire . . . . | 9,9 | 8,5 | Eau et traces d'oxyde de fer |

L'auteur n'a pu avoir aucune explication sur l'échantillon qu'on lui désignait par « préparé artificiellement ».

On voit que l'échantillon préparé avec le gaz naturel est le plus exempt d'impuretés gazeuses et que, en somme, la pureté de l'acide carbonique liquide du commerce est très satisfaisante.

#### ÉLECTRICITÉ

**Alternateur de 3000 kilowatts.** — Les *Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 août, donnent quelques renseignements sur un alternateur de 3000 kilowatts installé récemment par l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft dans sa station centrale de force de la haute Sprée, dans le voisinage de Berlin. Cet alternateur livre du courant à la tension de 6000 volts, il a un diamètre de 8,6 mètres et pèse 160 tonnes. L'inducteur est calé sur l'arbre principal de la machine à vapeur motrice qui est à triple expansion et à quatre cylindres.

Cet alternateur alimente les canalisations électri-

ques de Niederschöneweide et d'Oberschöneweide où sont installés d'importants ateliers de construction. Prochainement, on installera dans la même station de force trois autres machines semblables, qui enverront leur courant jusqu'à Berlin.

Nous ferons remarquer que l'un de ces alternateurs est actuellement installé à l'Exposition universelle, au Champ-de-Mars, à l'annexe allemande de l'avenue de Suffren.

**Distribution de la force à grandes distances.** — La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 11 août, consacre une étude au système de distribution de la force à grandes distances, au moyen du courant continu, à intensité constante et à haute tension, principalement employé depuis quelques années par la Compagnie de l'Industrie électrique, de Genève, en application des brevets Thury.

L'auteur de l'article décrit successivement les dynamos employées dans ces installations, leur mode d'accouplement et le mode de constitution des lignes; il termine par la description de l'installation la plus importante faite suivant ce système : celle de Combe-Garrot, la Chaux-de-Fonds et le Locle.

### HYDRAULIQUE

**Les installations hydrauliques de la station centrale d'électricité de la Compagnie du tramway métropolitain de New-York.** — Le *Génie Civil* a déjà signalé (1) la nouvelle station centrale d'énergie électrique que fait actuellement construire la Metropolitan Street Railway C°, de New-York, et qui constituera, paraît-il, une fois terminée, la plus puissante station d'énergie qui existe.

Le bâtiment de l'usine, dont la hauteur est de 33m85, est, en plan, de forme irrégulière; ses dimensions maxima sont une façade de 61m25 perpendiculaire à une seconde façade de 85 mètres de longueur. Il est partagé en deux parties dans le sens de la longueur, l'une des divisions constituant la salle des machines et des dynamos : elle contient 11 machines à vapeur Allis verticales de 7 000 chevaux chacune. L'autre partie du bâtiment renferme une batterie de 87 chaudières dont la vapeur actionne les machines, les pompes, les monte-charges, etc. Au-dessus de la salle des chaudières se trouvent d'énormes soutes à charbon pouvant en contenir 10 000 tonnes. Les étages supérieurs du côté nord seront aménagés en bureaux. On compte que l'usine abritera 300 ouvriers. Il y aura aussi trois groupes d'appartements pour les familles des ingénieurs et des mécaniciens.

On peut juger, par l'importance des machines et des chaudières et par celle du système de protection contre l'incendie, de l'énorme quantité d'eau qui sera nécessaire en plus de celle qu'exige le service ordinaire des eaux du bâtiment et les dispositifs de plomberie. C'est précisément le système de distribution de l'eau dans cette remarquable usine que décrit, en détail, l'*Iron Age* du 23 août.

### MÉCANIQUE

**Machine hydraulique à visser pour enfoncer les pilotis à vis.** — M. Charles William Anderson décrit, dans l'*Engineering News* du 9 août, une machine hydraulique servant à effectuer l'enfoncement des pilotis dont l'extrémité inférieure a été munie d'un sabot destiné à se visser dans le sol.

Lorsque l'on a à visser des pilotis dans un sol résistant, comme une roche calcaire, cette machine hydraulique présente certains avantages sur le cabestan que l'on emploie habituellement.

Cette machine comporte deux cylindres dont les pistons ont 0m22 de diamètre et 0m18 de course. La partie médiane de la machine se compose d'un anneau métallique s'adaptant sur la tête du pilotis, et elle est solidement boulonnée à la pièce qui constitue le rochet. Deux bras robustes en orme sont adaptés aux deux points opposés de la machine; ils mesurent 3m60 d'une extrémité à l'autre, et au point extrême de chacun d'eux est attaché un palan différentiel de 4 tonnes, dont le crochet est relié à un point fixe convenable, de façon à équilibrer la réaction de la pression hydraulique dans les cylindres.

L'auteur décrit, en détail, le fonctionnement de la machine ainsi constituée.

### MÉTALLURGIE

**De l'occlusion de l'hydrogène dans le fer.** — Le phénomène de l'absorption de l'hydrogène par le fer porté au rouge a depuis longtemps été étudié par Sainte-Claire Deville, Troost et Graham. Plus récemment, MM. Muller et Stead ont montré que lorsque l'on fore un trou dans un bloc de fer, on constate un dégagement d'une certaine quantité d'hydrogène. Quoique les gaz des foyers où s'est effectuée la fusion du fer ne contiennent de l'hydrogène qu'en quantités minimes, par rapport à l'azote et à l'oxyde de carbone, le fer ne semble perméable que pour le premier de ces gaz. L'étude de ce phénomène de l'occlusion de l'hydrogène dans le fer a été récemment poussée plus loin par M. E. Heyn qui rend compte, dans le *Stahl und Eisen* du 15 août, des recherches qu'il a effectuées dans les laboratoires de mécanique appliquée de Charlottenburg.

Les recherches ont successivement porté : sur des barres de fer plat en acier Martin basique; sur de l'acier Thomas en forme de double T; sur des tiges de fonte douce, très pauvres en carbone, de 3,7 millimètres de diamètre; sur des tiges de fonte dure à 0,37 °/₀ de carbone, de 3,90 millimètres de diamètre. L'auteur décrit les diverses opérations qu'il a effectuées : chauffage au rouge dans divers milieux gazeux, refroidissement et trempe, essais à la flexion et en donne les résultats dans une série de tableaux.

Il a remarqué notamment : que lorsque l'acier ou la fonte ont été mis en contact avec de l'hydrogène, entre 730 et 1 000 degrés centigrades, lors de la trempe, ils deviennent plus cassants que lorsque le chauffage préalable a eu lieu au contact de l'air; qu'un refroidissement lent de ces pièces d'acier ou de fonte, dans une atmosphère d'hydrogène, aussi bien que la trempe, après chauffage dans ce gaz à une température inférieure de 730 degrés centigrades, ne donne au contraire lieu à aucun phénomène sensible que l'on puisse attribuer à l'hydrogène. Si l'on porte du fer à 820° dans de l'hydrogène et qu'on substitue ensuite de l'azote à l'hydrogène, lors de la trempe, ce fer ne devient plus rouverin. L'action de l'hydrogène n'est que superficielle et sa pénétration est lente, de telle sorte qu'il suffit d'enlever la matière superficielle pour obtenir un métal peu cassant. Un refroidissement lent des pièces en expérience permet le départ complet de l'hydrogène absorbé, tandis que lors de la trempe, l'hydrogène occlus est maintenu mécaniquement dans le métal, en un état d'équilibre que rompt la moindre élévation de température.

### RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

**Essais de résistance effectués sur des voûtelettes en béton.** — Les travaux de construction de la caserne d'artillerie, à Malines (Belgique), devant comprendre l'établissement d'une surface importante de voûtelettes en béton, des essais furent effectués en vue de déterminer la composition du béton la plus propre à cet emploi. M. Degols, capitaine du génie belge, relate les résultats de ces essais dans une note publiée par le *Recueil des travaux techniques des officiers du génie de l'armée belge* (tome II).

Le béton de mâchefer a été écarté de prime abord, comme donnant lieu à des soufflures impossibles à éviter.

Les voûtelettes d'essais étaient établies entre poutrelles distantes d'axe en axe de 0m76, et maintenues à cet écartement au moyen de boulons-entretoises. Elles avaient 0m07 d'épaisseur à la clef, 0m08 de flèche et étaient extradossées horizontalement. Les essais ont été effectués huit jours après la construction des voûtelettes.

Les meilleurs résultats, au point de vue de la résistance aux charges verticales, ont été donnés par les voûtelettes en béton formé de : un volume de ciment, quatre volumes de sable et quatre volumes de plaquettes (déchets concassés de pavés de Quenast et de Lessines, de 4 à 5 millimètres d'épaisseur sur 15 millimètres de longueur). La première fissure s'est produite sous une charge, par mètre carré de voûtelettes, de 2 300 kilogrammes; l'ouverture complète à la clef n'a eu lieu que sous une charge de 5 000 kilogrammes.

Ce béton fut admis pour l'établissement de 14 000 mètres carrés de voûtelettes; le prix du mètre carré, y compris l'enduit, n'a pas dépassé 3 fr. 25.

Les cintres employés dans la construction avaient 3 mètres de long; ils étaient formés de couchis cloués sur quatre traverses entretoisées, espacées de 0m90 et entretoisées par un madrier de 0m07 × 0m18. Aux extrémités, le madrier et le couchis étaient traversés par un boulon de 20 millimètres à deux écrous. L'écrou supérieur servait à la mise en place et prenait appui, par l'intermédiaire d'une plaque de fer, sur un double cours de chevrons posé sur les poutrelles de gitage. L'écrou inférieur servait à l'enlèvement du cintre.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 13, p. 207.

## Ouvrages récemment parus.

**Topographie**, par E. Prévot, Conducteur des Ponts et Chaussées, chef du bureau du Nivellement général de la France, suivi d'un Appendice relatif à la *Topographie expédiée*, par O. Roux, conducteur des Ponts et Chaussées. — Deux vol. grand in-16 de 438 et 572 p. *(Bibliothèque du conducteur de Travaux publics)*. — Veuve Dunod, éditeur; Paris, 1898 et 1900. — Prix : reliés, 25 francs.

M. Prévot, conducteur des Ponts et Chaussées, attaché depuis l'origine au Service du Nivellement général de la France, en a été un des principaux collaborateurs tant pour les opérations sur le terrain que pour le travail des bureaux. Opérateur d'une rare habileté, calculateur expérimenté, M. Prévot, doué de l'esprit de recherche, ne s'est pas borné à acquérir une compétence reconnue sur les matières auxquelles il devait se consacrer par devoir d'état. Ses vues se sont étendues au domaine tout entier de la topographie où les méthodes de travail dont il s'était pénétré au Nivellement général lui ont permis de poursuivre des études utiles et fécondes qui lui ont valu notamment d'être investi des fonctions de secrétaire à la Société de Topographie parcellaire de France. Il était donc admirablement préparé à écrire le Traité général de Topographie qu'il vient de faire paraître dans la Bibliothèque du conducteur de Travaux publics.

Ce livre, spécialement destiné à ceux qui envisagent surtout la Topographie dans ses rapports avec les Travaux publics, se distingue des ouvrages similaires non seulement par son plan général, mais encore par son mode d'exposition.

Sur les deux volumes qui le composent, le premier a trait aux *instruments*, le second aux *méthodes*. Le premier ayant été signalé dans le *Génie Civil* (1), nous n'y reviendrons pas.

C'est d'ailleurs, on le conçoit sans peine, dans le second volume, consacré aux méthodes, que s'affirme surtout la compétence spéciale de l'auteur. La discussion critique à laquelle il se livre de la mise en œuvre des instruments porte la marque de l'homme qui a pratiqué, sur une vaste échelle, l'art dont il traite. Elle est d'ailleurs vivement éclairée par les données puisées dans le premier volume au sujet de la grandeur des erreurs à craindre avec tel ou tel instrument. Les méthodes de vérification sont, en outre, largement développées.

Afin de mettre entre les mains du lecteur un traité complet le dispensant de recourir à d'autres sources, M. Prévot a eu soin, en deux chapitres substantiels, de résumer les notions d'astronomie et de géodésie qui trouvent leur application en topographie.

Ajoutons que les appendices rédigés pour les deux volumes par M. le Conducteur Roux, particulièrement celui du second, contiennent aussi d'utiles renseignements présentés sous une forme parfaitement claire et simple. Ces appendices visent les instruments et méthodes appropriés aux levés expédiés et aux levés spéciaux, ainsi que le dessin et les cartes topographiques.

L'ouvrage, dans son ensemble, est assurément l'un des meilleurs qui aient paru dans la collection à laquelle il appartient, et il sera, sans aucun doute, apprécié du public spécial en vue duquel il a été écrit.

M. O.

---

**Recherches sur les propriétés magnétiques de différents minerais de fer et plus spécialement du fer magnétique, de la pyrrhothine et des hématites**, par le docteur A. Abt, professeur à l'Université de Kolozsvár, directeur de l'Institut de physique de cette Université; *traduit* sur les mémoires originaux par Ch. Rosambert, Ingénieur des Arts et Manufactures, chef de service aux Aciéries de France. — Un volume grand in-8° de 53 pages avec sept figures dans le texte. — Plon-Nourrit et Cie, éditeurs; Paris, 1900.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 14, p. 224.

*Le Gérant* : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 22. **N° 955.** Samedi 29 Septembre 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Manutention mécanique du charbon et du coke dans les usines de la Compagnie parisienne du Gaz *(planche XXXII) (suite et fin)*, p. 385; J. Laverchère. — **Exposition de 1900** : L'Agriculture à l'Exposition universelle de 1900 *(suite)*, p. 393; G. Coupan; — Participation des puissances étrangères. Belgique et Pays-Bas, p. 397; Poitevin de Veyrière. — **Électricité** : Le Télégraphone Poulsen, p. 399. — **Variétés** : Commande électrique des métiers à tisser, p. 400; — Du rôle de la Géologie dans l'Industrie minérale, l'Agriculture et les Travaux publics, p. 401; — Électro-galvanisation des tubes de chaudières, p. 401.
Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences (17 septembre 1900), p. 402. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 402. — Ouvrages récemment parus, p. 404.

*Planche XXXII* : Manutention mécanique du coke dans les usines de la Compagnie parisienne du Gaz.

## MÉCANIQUE

### MANUTENTION MÉCANIQUE DU CHARBON ET DU COKE
### dans les usines de la Compagnie parisienne du Gaz.

*(Planche XXXII. — Suite et fin[1].)*

**Transporteurs-élévateurs à godets de coke en vrac.** — Les élévateurs à godets, utilisés dans les chantiers de la Compagnie parisienne du Gaz, sont composés d'une partie métallique fixe, constituant la charpente même de l'appareil et d'une partie mobile comprenant : les godets, la chaîne qui les relie et les roues extrêmes sur lesquelles s'enroule la chaîne (fig. 1 à 7, pl. XXXII).

La charpente est formée de deux poutres en ⊏, à treillis de cornières reliées au droit de chaque montant par une entretoise, également en cornières. Les entretoises supportent deux rails en acier qui constituent le chemin de roulement des galets dont sont pourvus latéralement les godets. Le chemin de roulement, ainsi installé, n'existe que pour les godets chargés de coke qui, à leur retour, roulent sur les cornières inférieures des poutres garnies à cet effet d'un fer demi-rond (fig. 2 et 3).

Les cornières supérieures des poutres recouvrant les galets forment, avec les rails, une sorte de gaine dans laquelle les galets sont protégés contre les poussières de coke ; cette disposition, qui permet de faire suivre aux godets un chemin sinueux, approprié à l'espace dont on dispose, rend, en outre, tout déraillement impossible.

Au point de chargement des godets, les rails et les cornières supérieures des poutres s'infléchissent en forme d'arc dont la concavité est tournée vers la goulotte de chargement. Les galets, en suivant cette courbe, appliquent les godets les uns contre les autres et empêchent par là l'introduction de morceaux de coke entre deux godets ou entre deux maillons de la chaîne.

La charpente porte à ses deux extrémités des paliers qui servent de supports à l'arbre moteur et à l'arbre de retour. Les paliers de ce dernier peuvent se déplacer le long de glissières, parallèles aux chemins

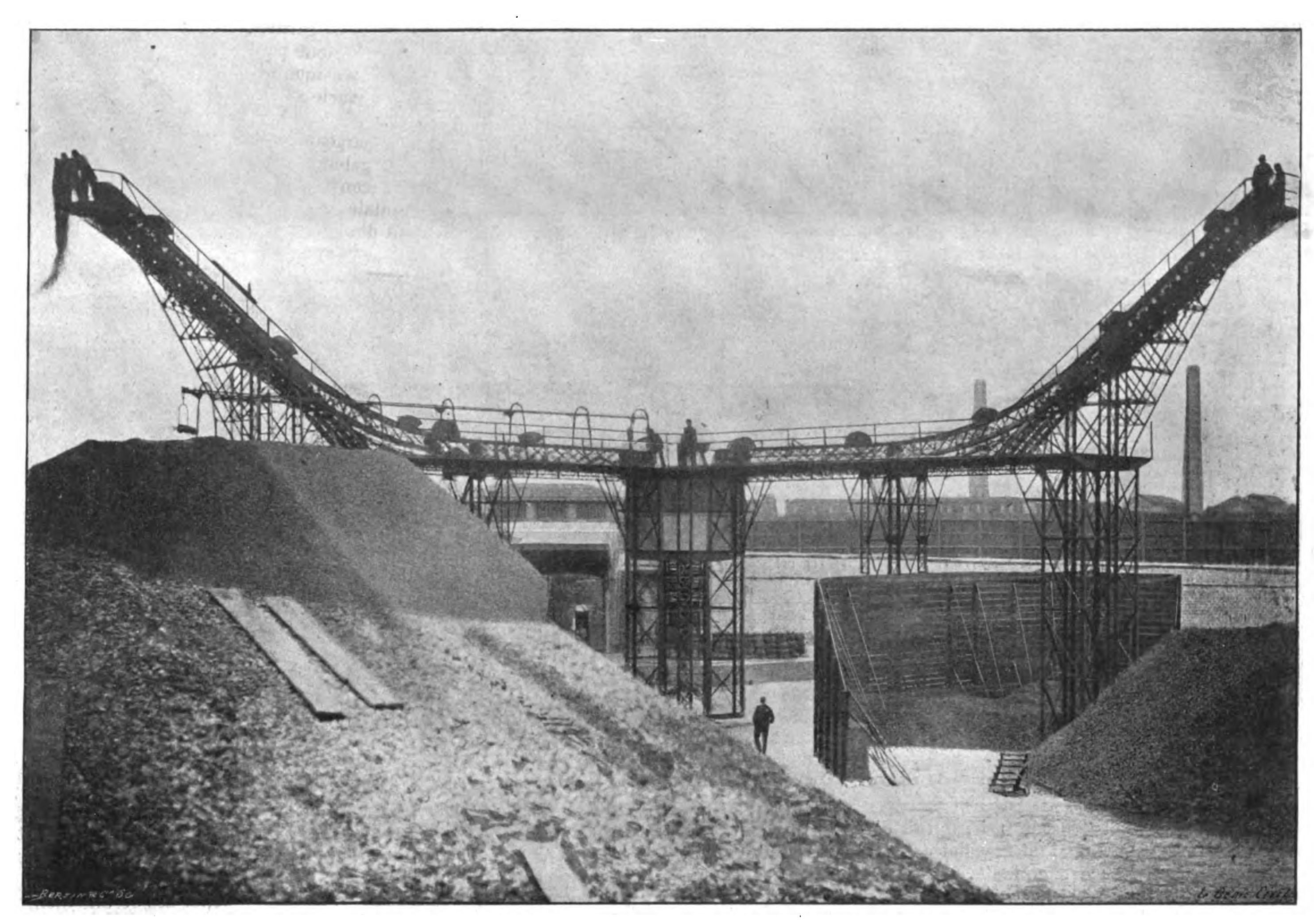


Fig. 1. — Manutention mécanique du coke : Convoyeur de sacs pour la mise au tas. Chantier de La Villette.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 21, p. 369.

de roulement afin de pouvoir maintenir dans la chaîne une tension convenable.

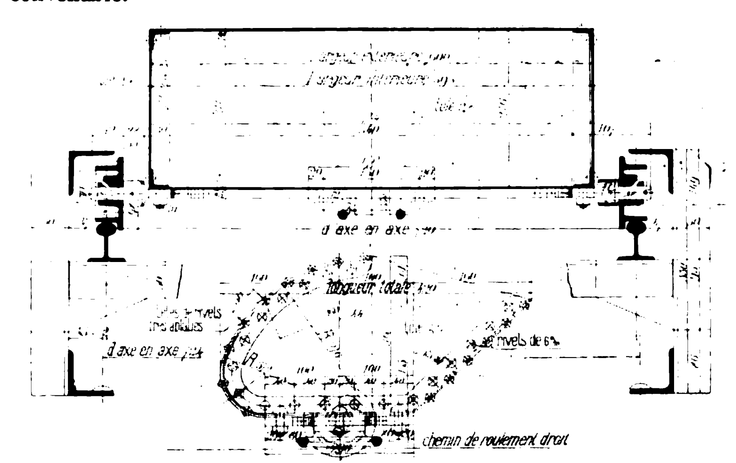



Fig. 2 et 3. — Coupes longitudinale et transversale d'un godet du transporteur-élévateur.

La chaîne, dont le pas est de 130 millimètres, est composée de maillons démontables, dont les uns sont fermés et les autres ouverts. Les maillons fermés sont, de trois en trois, munis d'oreilles sur lesquelles se boulonnent les godets par l'intermédiaire de traverses en fer portant à leurs extrémités des galets en fonte. Les axes de ceux-ci sont simplement goupillés sur les traverses, de manière à faciliter leur remplacement quand ils sont usés, sans avoir à changer les traverses.

Les godets sont en tôle d'acier de 0m 0025 d'épaisseur ; ils sont renforcés dans les angles par de petites cornières servant en outre à l'assemblage du corps et des fonds. Ils ont une capacité totale de 30 litres environ (fig. 2 et 3).

Les roues dentées, sur lesquelles s'enroule la chaîne aux deux extrémités de l'élévateur, sont en fonte; elles sont garnies de 13 dents ayant un pas de 130 millimètres.

**Mise du coke au tas.** — Convoyeur de sacs pour le transport et la mise au tas du coke. — Ces appareils employés fréquemment dans les usines de la Compagnie parisienne, permettent de faire franchir aux sacs de coke de longs parcours et de les élever jusqu'à 20 mètres de hauteur sans exiger aucun transport à dos d'homme. Leur type varie suivant l'usage auquel ils sont destinés.

Ils se composent tous d'une chaîne convoyeuse, portant des palettes sur lesquelles se placent les sacs et d'une charpente métallique fixe, servant de support et de guide à la chaîne dont la vitesse varie de 0m 30 à 0m 40 par seconde.

*Convoyeurs horizontaux ou inclinés.* — Ces convoyeurs se placent généralement le long des murs (fig. 6).

Le chemin de roulement supérieur est constitué par deux rails en acier de 0m 052 de hauteur, 0m 026 de largeur de boudin et 0m 052 de largeur de patin (fig. 7). Ces rails sont boulonnés tous les 1m 50 sur des traverses horizontales formées par une cornière scellée d'une part dans le mur et portée d'autre part par deux montants, également en cornières, scellés dans le sol. Deux cornières garnies d'un fer demi-rond, servent de chemin de roulement inférieur pour le retour de la chaîne convoyeuse ; elles sont rivées sur les montants supportant les traverses horizontales et dont la hauteur varie suivant les conditions particulières où l'on se trouve.

Du côté où se tiennent les hommes chargeant les sacs sur la chaîne convoyeuse, une cornière recouvre les galets et forme gaine de protection. Dans les parties en courbe du convoyeur ou dans les parties inclinées dont l'angle avec l'horizontale peut aller jusqu'à 38°, on place cette cornière de recouvrement des deux côtés de l'appareil : les deux galets de la chaîne porteuse sont ainsi pris dans une gaine et peuvent rouler sur la cornière de recouvrement si la courbe est très prononcée et la chaîne peu chargée.

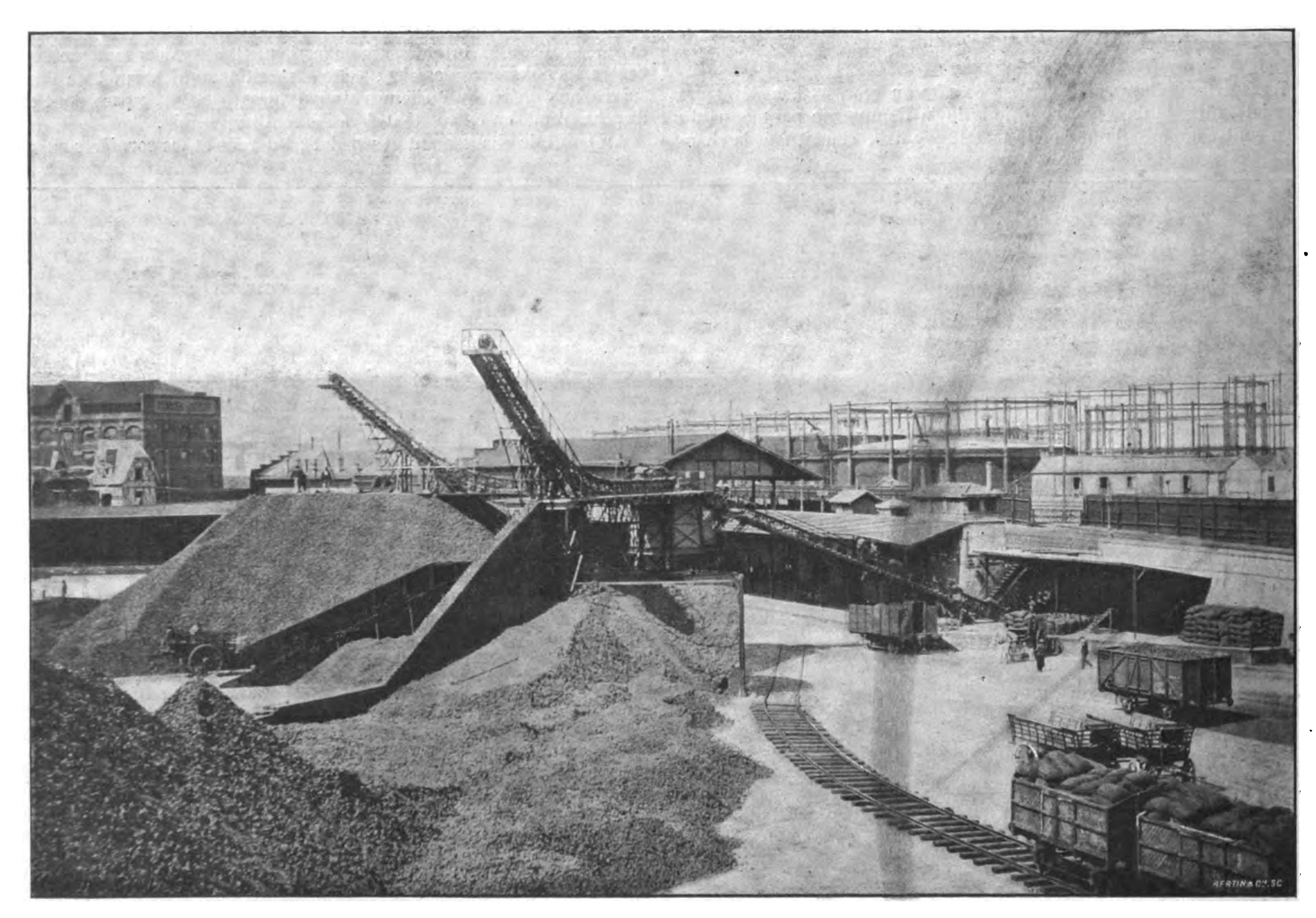


Fig. 4. — Manutention mécanique du coke : Convoyeur de sacs pour la mise au tas. Disposition générale du chantier de La Villette.

Des flottements dans les chaînes, pouvant amener des déraillements ou des ruptures de maillons, sont évités de cette façon.

La chaîne convoyeuse est composée de maillons ouverts et fermés, de maillons fermés munis d'oreilles et de palettes boulonnées sur ces oreilles ; ces maillons sont du type dit Harrisson.

Les axes des galets de roulement sont fixés sur un certain nombre de ces palettes qui, en général, sont disposées sur la chaîne par groupes de quatre. Ces groupes sont plus ou moins espacés suivant le débit que l'on veut obtenir (fig. 8).

Chaque groupe de quatre palettes peut recevoir un sac : trois palettes, dont deux avec galets, portent le ventre et le fond du sac, une palette supporte le haut du sac du côté de l'ouverture. Cette dernière est, dans

quelques appareils, retroussée vers le haut, de façon à empêcher les sacs qui ne sont pas liés, de s'ouvrir pendant le trajet.

A l'une des extrémités, la chaîne s'enroule sur la roue motrice, à l'autre sur la roue de retour dont l'arbre est porté par des paliers tendeurs.

Ces appareils permettent d'amener facilement à l'heure de 700 à 900 sacs des blutoirs à proximité de l'appareil de mise au tas, aux réserves ou encore aux voitures et wagons. Leur longueur est très variable : à Clichy, elle atteint 65 mètres, à La Villette, 80 mètres.

*Convoyeur de mise au tas.* — Dans ces appareils (fig. 1, 4 et 5), la chaîne convoyeuse est identique à celle décrite ci-dessus.

La charpente est constituée par deux poutres parallèles distantes de 0m 320. Cet écartement est maintenu à l'aide d'entretoises en cornières et de croix de Saint-André en fers plats, au droit de chaque montant (fig. 9).

Les entretoises portent les rails du chemin de roulement ; quant aux cornières de recouvrement des galets à la partie supérieure et à celles formant chemin de roulement à la partie inférieure, elles sont fixées sur les montants.

De chaque côté des poutres du convoyeur et en porte-à-faux sont installées deux passerelles légères, de 0m 500 de largeur, pour la circulation des ouvriers allant du quai de chargement aux sommets des tas et inversement.

Le convoyeur est supporté par des pylônes métalliques, solidement ancrés dans le sol et, autant que possible en dehors des tas, sans toutefois gêner la marche des trains et des voitures.

Ces convoyeurs présentent une partie inclinée partant du quai de l'atelier des blutoirs pour aboutir au sommet du tas le plus proche ; quelques-uns se continuent par une partie horizontale desservant les sommets d'autres tas (fig. 1, 4 et 5).

On profite du passage du convoyeur au-dessus des voies ferrées pour charger facilement les wagons de coke en sacs que l'on fait glisser par des goulottes jusque dans le wagon (fig. 5).

Des appareils analogues sont employés pour faire franchir aux sacs, en sous-sol, les passages encombrés par la circulation des tombereaux et les ramener ensuite à hauteur convenable pour le chargement en voiture (fig. 10).

*Transmissions et moteurs.* — Le mode de commande de ces différents convoyeurs, très variable d'un chantier à un autre, dépend des conditions spéciales dans lesquelles on s'est trouvé au moment de leur installation.

Lorsque l'arbre de transmission général du casse-coke passait à proximité, on a pris la force sur cet arbre, généralement au moyen d'une roue dentée et d'une chaîne à maillons démontables.

Dans d'autres cas, on s'est servi de moteurs à gaz actionnant une dynamo génératrice. Le courant produit est alors reçu par une dynamo motrice, installée sur le convoyeur lui-même et commandant par chaînes les diverses branches du convoyeur.

Les forces motrices nécessaires sont très faibles, le poids des chaînes étant équilibré ; elles doivent seulement assurer la montée des sacs de coke, c'est-à-dire environ 40 kilogr. par mètre courant, sur un plan incliné, avec des frottements de roulement. Des dynamos de 4 à 6 chevaux suffisent pour actionner ces appareils.

Comme dans tous les outils modernes, la Compagnie parisienne a installé les moteurs électriques directement sur les machines à mettre en mouvement. La force de chacun de ces moteurs dépend donc de la longueur de l'appareil ; il y a autant de types que de modèles d'installations. Ces dynamos, depuis les quelques années qu'elles fonctionnent n'ont subi, d'ailleurs, aucune détérioration anormale provenant de la poussière de coke ou des vapeurs des cours d'extinction.

Cables transporteurs. — Concurremment aux convoyeurs, la Compagnie parisienne du Gaz emploie, pour la mise au tas du coke, des câbles transporteurs (fig. 11 et 23). Le câble métallique sans fin est à la fois porteur et moteur ; il s'enroule, aux deux extrémités du parcours, sur deux poulies à gorge de grand diamètre à axe vertical. L'une de ces poulies est motrice et peut subir un déplacement dans son plan de façon à faire varier à volonté la tension du câble.

A l'usine d'Ivry, la poulie motrice se trouve au point de départ des sacs ; elle est montée sur un bâti métallique solidement fixé au plancher supérieur du bâtiment du casse-coke. Son diamètre, au fond de la gorge, est de 2m 50.

Dans cette installation, le câble est en acier et a 0m 022 de diamètre ; il est formé de sept torons de six fils chacun et sa rupture ne doit avoir lieu que sous un poids de 19 150 kilogrammes.

L'arbre vertical, sur lequel cette roue est clavetée, est maintenu dans un palier à sa partie supérieure et dans une crapaudine à sa partie inférieure. Ce palier et cette crapaudine peuvent être déplacés entre deux fers en [, de façon à tendre plus ou moins le câble qui, vu sa grande longueur, s'allonge ou se raccourcit d'une façon appré-



Fig. 5. — Manutention mécanique du coke : Convoyeur de sacs pour la mise au tas. Vue de côté.

ciable même pour de faibles variations de température. L'arbre vertical porte également une roue à engrenage hélicoïdal engrenant avec une vis sans fin; celle-ci peut coulisser sur un arbre horizontal ayant une longueur égale au plus grand déplacement prévu de la poulie pour la tension du câble. Cet arbre horizontal reçoit son mouvement de la transmission générale du casse-coke au moyen de deux paires d'engrenages coniques et d'un deuxième arbre vertical.

La poulie motrice tourne à l'intérieur et un peu au-dessous d'un chemin de roulement en cornière sur lequel viennent rouler les porte-corbeilles vides quand ils arrivent au point de chargement. Ce chemin de roulement présente une longueur suffisante pour servir de

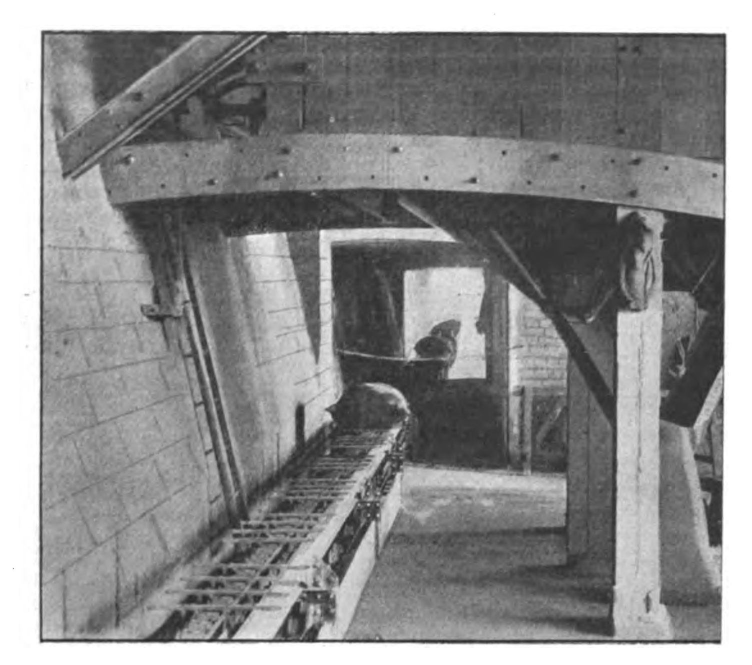


Fig. 6. — Vue d'un convoyeur horizontal.

garage à une dizaine de corbeilles qui, chargées, sont poussées à la main jusqu'à ce que le porte corbeilles vienne en contact avec le câble, et soit entraîné par lui.

De part et d'autre de la poulie, au commencement et à la fin du chemin de roulement, le câble est dirigé par deux galets qui le forcent à abandonner les porte-corbeilles ou à reprendre contact avec eux.

La poulie de retour, de $2^{m}50$ de diamètre également, au fond de la gorge, est clavetée sur un arbre vertical supporté par une crapaudine et pris à sa partie supérieure par un collier, immédiatement au-dessous de la poulie.

La crapaudine, ainsi que le collier sont solidement fixés au sommet

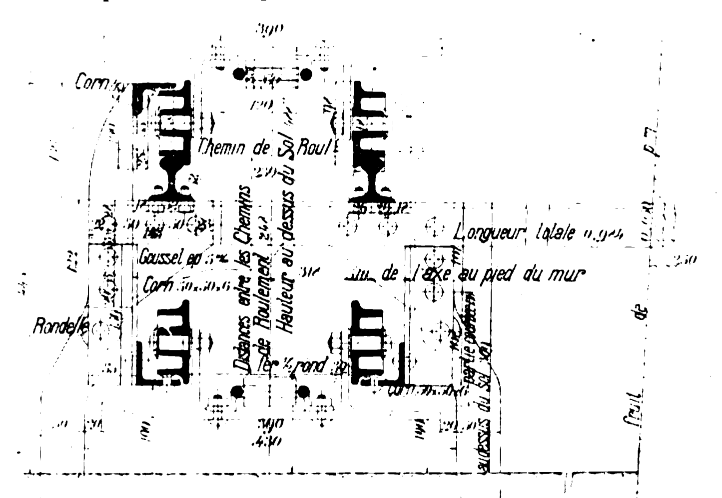



Fig. 7. — Coupe transversale d'un convoyeur horizontal.

d'un pylône métallique maintenant la poulie à une hauteur de 11 mètres au-dessus du sol.

La poulie est inscrite dans un chemin de roulement demi-circulaire sur lequel roulent les porte-corbeilles entraînés par des doigts métalliques rivés sur sa jante. Le câble de retour, en sortant de la gorge, reprend les porte-corbeilles et les ramène au point de chargement.

On a prévu, à l'usine d'Ivry, l'établissement d'une seconde poulie à gorge sur l'arbre vertical de la poulie de retour. Cette seconde poulie, qui sera motrice, entraînera un second câble, transportant au loin les sacs apportés par le premier.

Les sacs sont posés sur des corbeilles reposant sur le câble par l'intermédiaire de coussinets spéciaux, à garniture de cuir. Chacun de ces coussinets se compose de deux plaques métalliques, serrant entre elles plusieurs lames de cuir dont l'élasticité est suffisante pour maintenir l'adhérence du coussinet sur le câble et éviter le glissement.

Les plaques du coussinet portent deux galets qui le transforment

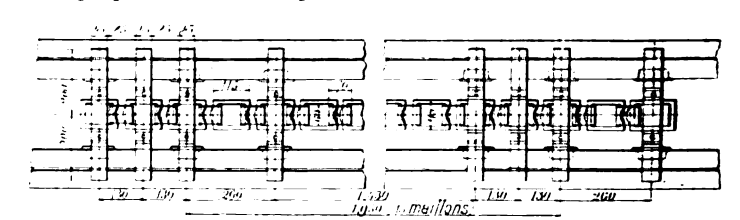


Fig. 8. — Détails d'une chaîne de convoyeur.

en chariot au droit des poulies motrice et de retour. Le chariot est aiguillé de lui-même en raison de la vitesse du câble, sur un chemin de roulement formé par l'aile d'une cornière entourant les poulies.

Le chariot ayant quitté le câble ne participe plus à son mouvement, mais un doigt situé à sa partie supérieure permet de le pousser et de

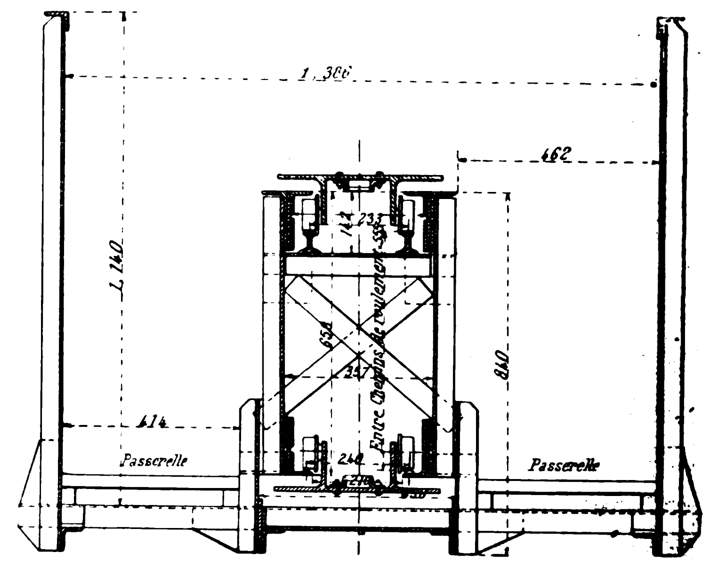



Fig. 9. — Coupe transversale d'un convoyeur-élévateur.

le ramener sur le brin de retour du câble. Il quitte le chemin de roulement au moment même où le coussinet reprend adhérence avec le câble.

La corbeille est fixée sur le coussinet par un axe autour duquel elle oscille librement. Le centre de gravité de l'appareil se place ainsi toujours sous le point d'application du cuir sur le câble.

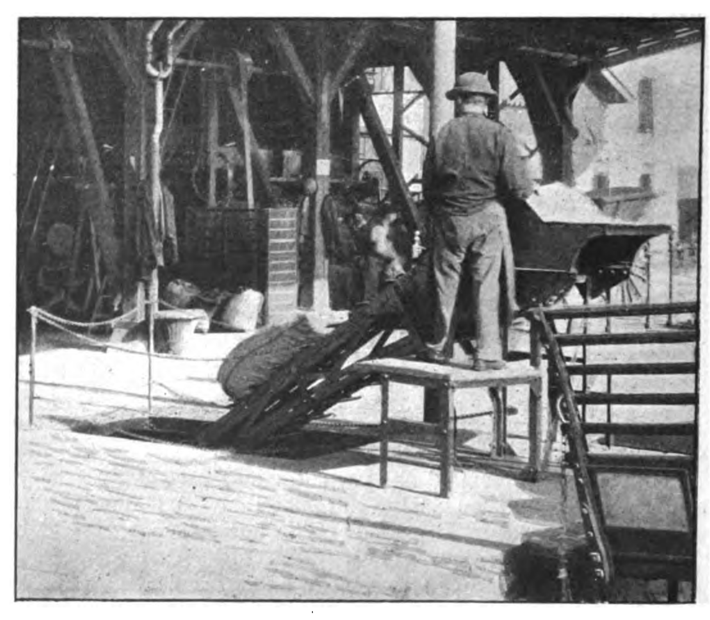


Fig. 10. — Passage du convoyeur sous un plancher.

La vitesse du câble étant seulement de $0^{m}20$ à $0^{m}30$ par seconde, deux hommes, placés sur le tas de coke même, peuvent au passage, saisir le sac et le vider.

Le transport par câble, qui semble à première vue plus économique que le transport par chaîne convoyeuse, ne l'est réellement que

pour de grandes distances, car il est facile d'allonger le câble, sans grande dépense, en établissant de distance en distance des galets à axes horizontaux sur des supports légers qui diminuent les flèches prises par le câble. Mais l'établissement des pylônes de tête et de queue, résistant à la traction du câble, sont coûteux à établir; de plus, on est forcé d'aménager, au-dessus des passages fréquentés que franchit le câble, des passerelles ou filets de protection, afin de parer aux accidents pouvant provenir de la chute d'un sac ou d'une corbeille, chute excessivement rare, il est vrai.

Enfin, le câble donne un débit relativement faible : 200 sacs environ à l'heure, contre 700 et 900 sacs transportés par les chaînes convoyeuses.

En résumé, cet appareil demande pour fonctionner économiquement de grandes distances à franchir, un faible débit et des poids légers.

*Monorails.* — Les monorails permettent un transport facile des sacs sur les tas de coke; ils partent du sommet des tas, aux points d'arrivée des convoyeurs-élévateurs et rayonnent autour de ces centres de façon à amener les sacs à l'endroit même où on les vide (fig. 21).

Les sacs amenés par les convoyeurs sont placés sur des corbeilles munies de galets, qui roulent sur les monorails ayant à l'aller une pente de $0^m 01$ à $0^m 02$ par mètre. Toutes les corbeilles étant réunies par une cordelette, celles qui sont chargées descendent la pente et remontent les corbeilles vides sur le monorail de retour.

Ce transport, par monorail, est encore appliqué pour franchir de longs parcours en suspendant le rail aux murs des bâtiments.

A l'usine de Clichy, par exemple, les sacs élevés par un monte-sacs sont ainsi transportés par un monorail dont la longueur aller et retour est de 390 mètres. Ce trajet s'effectue entièrement par la pesanteur. Le débit n'a pas de limite, il dépend de la promptitude apportée au chargement.

Les corbeilles vides sont remontées au point de chargement par un câble sans fin muni de griffes qui les saisissent automatiquement.

Le rail de ces appareils est en fer, il a $0^m 052$ de hauteur et $0^m 050$ de largeur de patin, sa longueur est de 6 mètres.

Le chevalet-support du monorail est constitué par un fer à I de $62 \times 32$ forgé en forme de V, arrondi à la pointe et renversé. Les deux branches de ce V viennent s'assembler sur deux larges patins en tôle de $0^m 007$ d'épaisseur, entretoisés par deux fers ⊥ de $40 \times 40$, qui répartissent la charge sur une grande surface de coke pour ne pas en briser les morceaux (fig. 25).

Une branche du V porte à sa partie supérieure un plateau en tôle et cornière recevant les abouts des rails. Ce plateau porte quatre tenons ayant l'épaisseur de l'âme du rail; deux de ces tenons servent à fixer le rail d'aller, les deux autres, le rail de retour. Les rails posés n'offrent aucune solution de continuité.

La corbeille porte-sacs est entièrement construite en fer plat; elle est, en réalité, formée de deux corbeilles accolées dos à dos, chacune pouvant recevoir un sac.

Ces deux corbeilles (fig. 12 et 13) se terminent à la partie supérieure par un seul anneau, dans lequel s'engage un crochet-chape; celui-ci porte le galet unique qui maintient la corbeille sur le rail.

Avec ce mode d'attache, la corbeille oscille autour de son point de suspension et, qu'elle soit chargée d'un sac ou de deux, le centre de gravité du système se place de lui-même sur la verticale passant par le point de contact du galet et du rail.

Le galets, construit en fonte, possède une gorge assez profonde pour éviter les déraillements; si d'ailleurs cet accident se produisait, la chape resterait suspendue au rail, car elle ne peut se dégager qu'à l'une des extrémités du rail.

Le roulement sur monorail par un seul galet permet l'utilisation de courbes d'un très faible rayon, même en employant de grandes vitesses.




Fig. 11. — Manutention mécanique du coke : Transport du coke par câbles aériens.

Aux deux extrémités du parcours, les corbeilles sont forcément arrêtées pour le chargement et le déchargement des sacs; elles sont alors très facilement dirigées sur un petit trajet, de un à deux mètres, par l'ouvrier qui fait la manutention des sacs.

Le rayon de la courbe du monorail raccordant l'aller avec le retour, est de $0^m 376$; l'écartement des deux rails étant de $0^m 752$, la demi-circonférence de raccord est soutenue par un support du type courant que nous avons décrit plus haut.

Le transport sur corbeilles par monorail est avantageux, même pour un parcours de faible longueur; il est employé à la Compagnie parisienne, dès que la distance entre le point d'arrivée du convoyeur sur le tas et le point de déchargement des sacs, dépasse 2 mètres.

Chaque chantier possède un jeu de rails ayant les longueurs suivantes : deux rails de 1 mètre; deux rails de 2 mètres; deux rails de 3 mètres; un grand nombre de rails de 6 mètres et deux demi-circonférences de $0^m 376$ de rayon.

Possédant ce jeu de rails, la pose sur le tas se conçoit facilement : Dès que l'espace le permet, on place un rail de 2 mètres, puis un rail de 1 mètre, le tas s'allongeant, on remplace les deux premiers par un rail de 3 mètres, on place son support puis on ajoute un rail de

1 mètre, remplacé lui-même, un peu plus tard, par un rail de 2 mètres et enfin le tout par un rail de 6 mètres. De cette façon, on n'a toujours que le minimum de supports à installer.

Chaque chantier possède également un jeu de rails en courbe, du même rayon mais de 1, 2, 3 et 6 mètres de longueur de circonférence, ce qui permet, en les combinant, de tourner $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_6$ et $^1/_{12}$ de circonférence, dans une direction ou dans la direction symétrique.

Nous nous sommes étendus un peu longuement, peut-être, sur cet

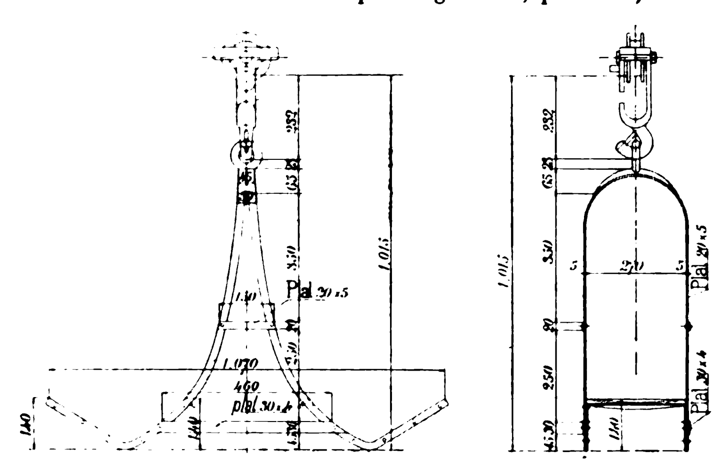


Fig. 12 et 13. — Élévation et profil d'une corbeille porte-sac.

appareil, mais les résultats obtenus à la Compagnie du Gaz sont tels qu'il nous a paru mériter une mention spéciale, étant croyons-nous, susceptible d'utilisations avantageuses dans d'autres industries, pour le transport des faibles charges.

La teneur en eau ayant fait l'objet d'un article spécial dans des marchés conclus avec d'importants clients, la Compagnie a été obligée de sécher le coke qu'elle leur livrait afin de se conformer aux clauses du traité.

On a profité de la grande distance qui sépare, à Clichy, les blutoirs du point de chargement des wagons pour établir un appareil qui sèche le coke tout en le transportant.

Cet appareil consiste en un convoyeur à grand débit, constitué par une série de palettes de 1m 80 de largeur, sur 0m 280 de longueur, s'emboîtant les unes dans les autres avec un recouvrement de 0m 02; elles forment ainsi un tablier continu de 1m 80 de large et de 66 mètres de long, circulant dans une enceinte surchauffée avec une vitesse de 0m 030 à 0m 040 à la seconde (fig. 14 à 20 et 22).

Chaque palette en tôle perforée est munie de deux galets roulant sur des rails; toutes sont liées aux maillons de deux chaînes sans fin démontables.

Les chemins de roulement, afin de faciliter la mise en marche de l'appareil, ont une légère pente de 0m 012 par mètre, depuis le point de chargement du coke humide jusqu'au point de déchargement du coke séché; les palettes chargées entraînent ainsi en partie les palettes vides qui remontent la pente et diminuent d'autant le travail fourni par le moteur.

Les supports des rails sont faits de façon à permettre la dilatation de ceux-ci, sous l'effet de la température élevée à laquelle ils sont portés dans la partie médiane.

A chacune des extrémités du parcours, les deux chaînes s'enroulent sur deux roues, de même diamètre, montées sur un même arbre. L'un des arbres est actionné par la transmission générale et entraîne la chaîne.

Le coke humide, sortant des blutoirs, est déversé d'une façon continue sur le tablier du sécheur, au moyen d'une noria à godets; le coke étalé en couches de 0m 10 à 0m 20 d'épaisseur est emporté par le tablier. Après un parcours de 30 à 40 minutes, dans l'enceinte fortement

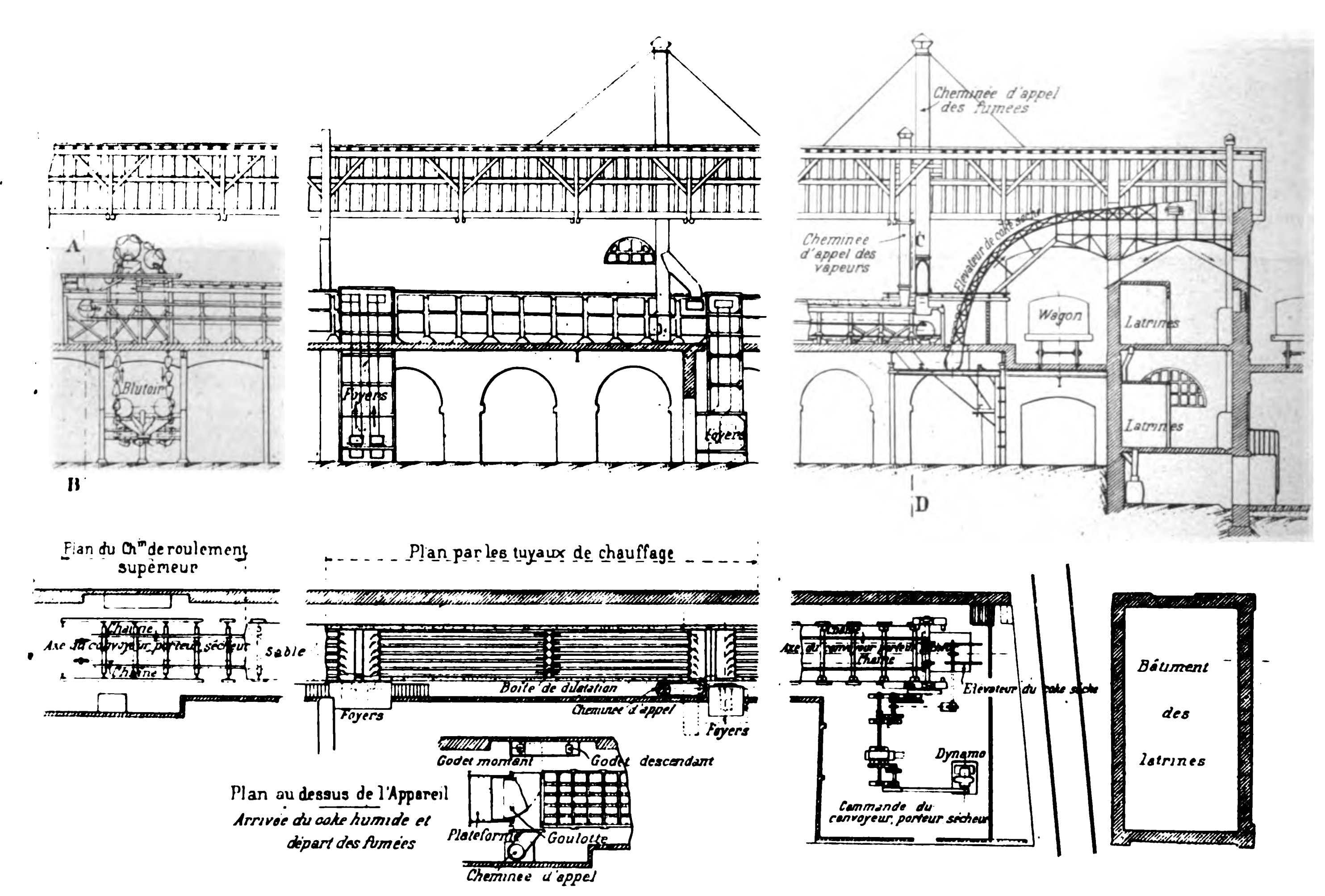



Fig. 14 à 19. — Coupes longitudinales et plans à divers niveaux du convoyeur-porteur-sécheur.

Absolument maniable, il exige peu de place et donne l'aller et le retour bien groupés. Le monorail, placé sur des points d'appuis fixes, comme des murs d'atelier, peut effectuer des transports très économiques à de grandes distances. Le nombre des sacs que peut transporter cet appareil est très élastique, les charges pouvant s'y succéder sans interruption.

*Convoyeur-porteur-sécheur.* — La Compagnie du Gaz livre généralement son coke, après passage au blutoir, tel qu'il vient de la cour d'extinction.

chauffée, il tombe par une goulotte dans un élévateur à godets qui le déverse à son tour dans les wagons de livraison.

L'enceinte à travers laquelle circule le tablier est constituée par une charpente métallique servant de support aux chemins de roulement d'aller et de retour du tablier; cette charpente est garnie sur toute la surface exposée au refroidissement, de boîtes en tôles pleines de sable formant une couche isolante de 0m 130 d'épaisseur.

Le plafond, en tôle, est recouvert de 0m 200 de sable; il supporte à 0m 050 au-dessus de la couche du coke une série de tuyaux dans lesquels circulent les fumées de deux calorifères.

Tous les sept mètres, les tuyaux débouchent dans des boîtes en tôles rectangulaires qui permettent leur dilatation. Le jeu ménagé entre les collerettes des boîtes de dilatation et les tuyaux laisse la vapeur d'eau

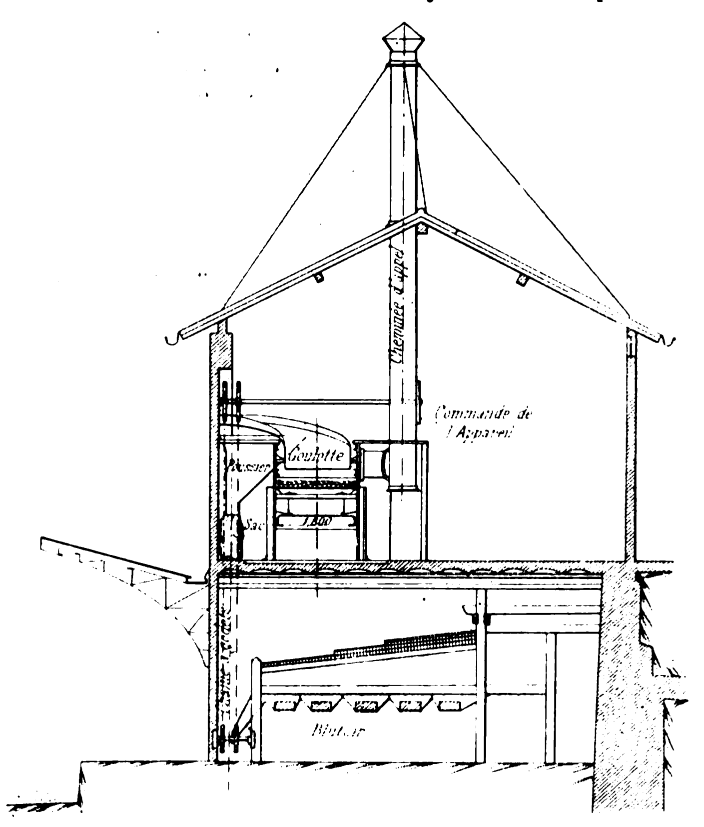



Fig. 20. — Coupe du convoyeur-sécheur suivant AB.

dégagée par le coke, se joindre aux fumées, qui sont rejetées dans l'atmosphère par les cheminées des calorifères.

La répartition des calorifères assure l'échauffement progressif du coke durant le premier tiers de son parcours dans le sécheur ; dans le deuxième tiers la température est maintenue très élevée ; dans le troisième tiers elle s'abaisse progressivement jusqu'à 100°, au point de sortie du coke.

La force motrice est produite par une dynamo de 11 000 watts. Le débit du convoyeur est de 300 à 350 hectolitres à l'heure.

Les élévateurs et transporteurs fonctionnent automatiquement et le coke déversé dans la trémie est séché et conduit dans le wagon, sans l'intervention d'aucun ouvrier.

Drague pour la reprise du coke au tas. — L'appareil de reprise du coke au tas est constitué par une chaine à godets montée sur un bras métallique AB, oscillant autour d'un axe horizontal C ; celui-ci est disposé de manière que le poids du bras tende toujours à appuyer la partie inférieure de la drague contre le tas de coke (fig. 24 du texte et 8 à 12, pl. XXXII).

L'arbre C est maintenu, par ses paliers, dans une position fixe à

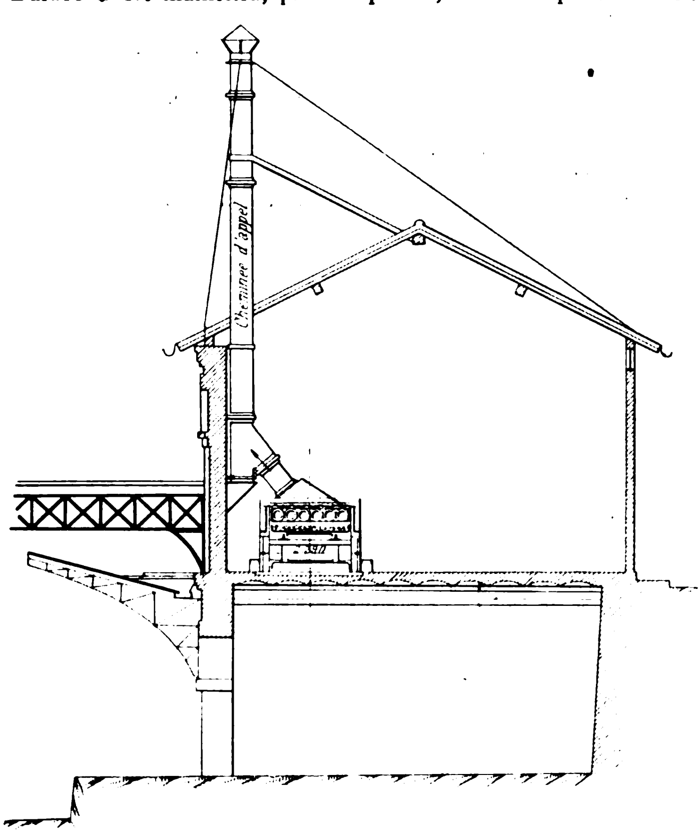



Fig. 22. — Coupe du convoyeur-sécheur suivant CD.

l'extrémité d'une charpente métallique installée en porte-à-faux sur une plate-forme roulante.

Le bras AB relié à l'arbre C par deux manivelles tend à se placer dans une position inclinée sur l'horizontale, l'extrémité inférieure pénétrant dans le coke. La distance AC restant constante, le mouvement de l'arbre C est transmis par engrenages à l'arbre A qui se déplace en même temps que le bras AB.

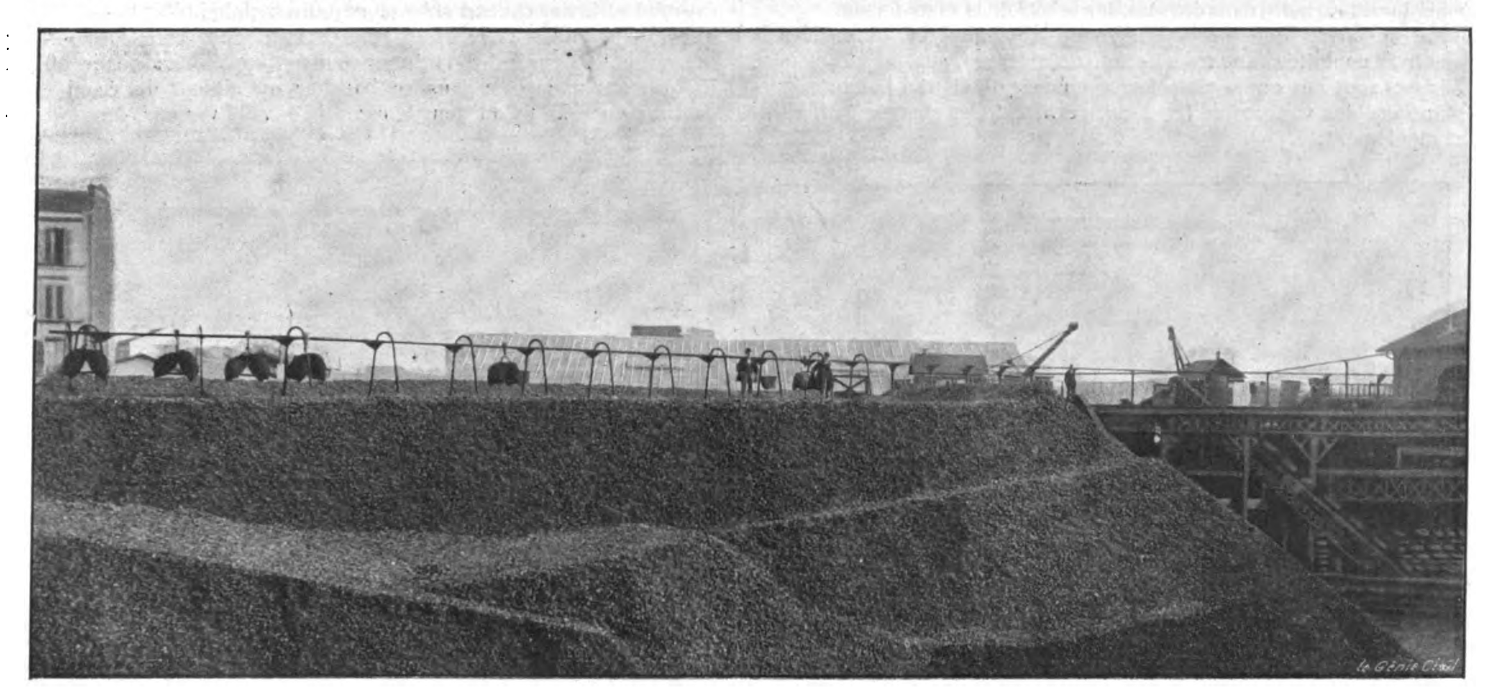


Fig. 21. — Manutention mécanique du coke : Transport du coke par monorail.

L'arbre C est commandé lui-même au moyen d'une chaine, d'un arbre intermédiaire et d'une courroie, par un moteur électrique ; l'arbre intermédiaire et le moteur électrique sont suspendus aux longerons de la plate-forme, entre les essieux des roues porteuses.

Les godets sont montés sur deux chaines parallèles à maillons démontables, du système Ewart, qui s'enroulent sur deux paires de roues clavetées sur les arbres A et B aux deux extrémités du bras métallique.

L'arbre B est monté dans des paliers tendeurs qui permettent le réglage de la tension de la chaine à godets.

Un bouclier en tôle porté par le bras AB, dans le tiers inférieur, est

destiné à protéger les godets contre les éboulements fréquents qui se produisent dans le tas de coke. Sous la poussée du coke, produite par un éboulement, le bras AB tourne autour de C et l'extrémité B se rapproche de la plate-forme; les godets, enlevant le coke, dégagent le bouclier et l'extrémité B avance de nouveau dans le tas sous le poids du coke dont la chaine à godets est chargée.

Une chaine, venant s'attacher à l'extrémité B du bras et s'enroulant autour d'un treuil à manivelle E, permet de limiter la course du bras AB et de le maintenir dans la position verticale quand on déplace la plate-forme.

Le coke pris à la base du tas par l'extrémité B de la drague, est

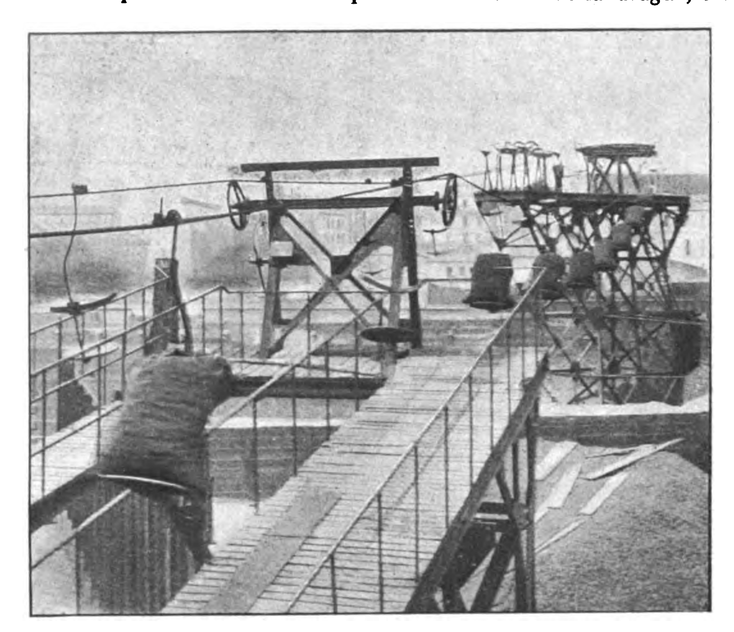


Fig. 23. — Détail de l'accrochage des sacs au câble transporteur.

monté par les godets qui le déversent en tournant autour de l'arbre A dans une trémie à parois criblantes. Le coke que l'on prend ainsi au tas a déjà été classé au blutoir et les parois criblantes ont seulement pour but d'éliminer la petite quantité de poussier produite pendant le transport du coke pour la mise au tas et par la drague elle-même. Ce poussier est recueilli dans des sacs, sur le côté de la plate-forme.

Le coke arrive donc propre au bas de la trémie, d'où il se déverse par trois goulottes dans trois hectolitres-verseurs, puis est mis en sacs. Les sacs sont liés sur la plate-forme même qui, étant à la hauteur des planchers des voitures de livraison, permet de les charger facilement et rapidement.

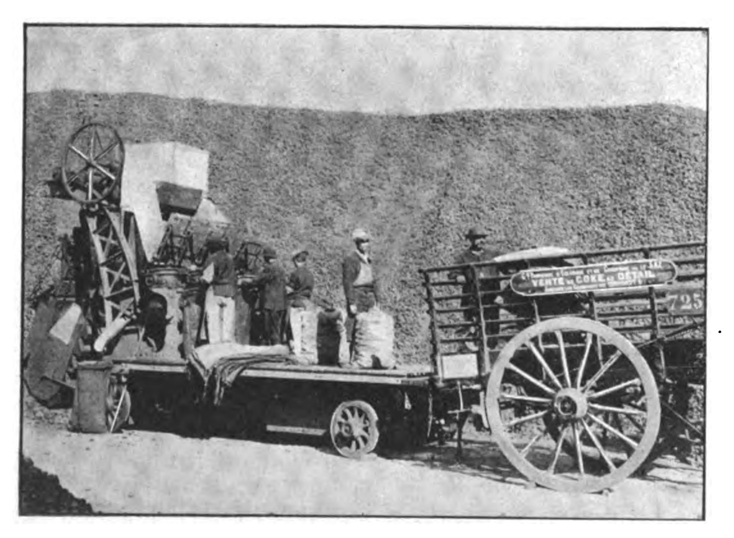


Fig. 24. — Drague pour la reprise du coke au tas.

La dynamo motrice placée sous la plate-forme à l'extrémité opposée de la charpente de la drague, donne de la stabilité à l'appareil; sa puissance est de 3 500 watts.

Le courant électrique produit par une dynamo génératrice, dans la salle des machines du casse-coke, est amené par câbles isolés passant par-dessus les tas. Des boîtes de prises de courant, installées en différents points du chantier, permettent de réduire au minimum la longueur des câbles mobiles.

Le poids total, sur roues, de la drague et de tous ses accessoires : trémie criblante, hectolitres-verseurs, ralentissements, dynamo, etc., est de 6 000 kilogr.; elle peut facilement se déplacer à l'aide de deux chevaux.

La mise en marche de cet appareil est immédiate et son débit varie de 300 à 450 hectolitres à l'heure, suivant le numéro du coke à mettre en sacs, les morceaux de coke de petites dimensions pénétrant plus facilement dans les godets que les gros.

Ces dragues, réparties en plusieurs points des chantiers, permettent de fournir en très peu de temps un grand nombre de sacs aux charbonniers qui, à certaines heures de la journée, envahissent les chantiers.

Chaque plate-forme constituant un quai de chargement isolé et facilement abordable, une voiture peut être chargée aussitôt arrivée, sans avoir à attendre, comme autrefois, le départ d'une autre voiture.

Aux heures de grande activité dans la livraison, tous les hommes du chantier peuvent être retirés des blutoirs et employés au chargement des voitures, avec les sacs des réserves ou avec ceux produits

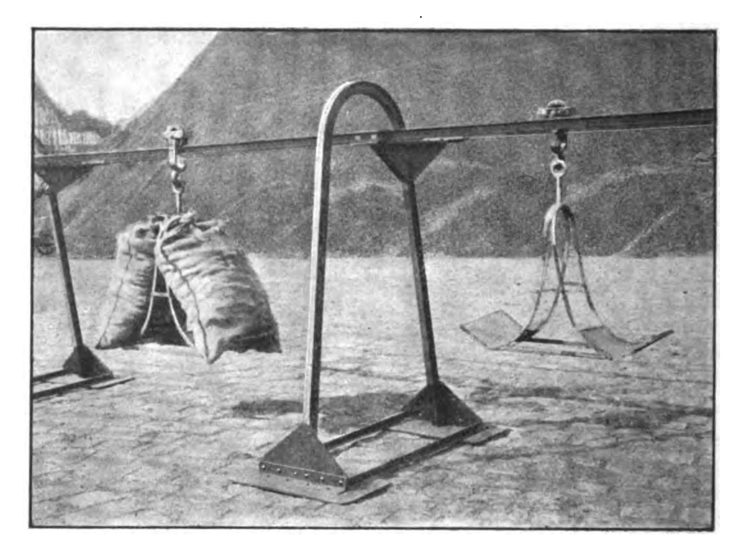


Fig. 25. — Détail du support du monorail.

par les dragues. La livraison terminée, on arrête les dragues et les hommes reprennent le service aux blutoirs ou aux autres appareils du chantier.

Outils et appareils divers. — *Bouclier fixe.* — Afin d'augmenter la capacité utile des cours à coke on entoure certains côtés des tas, dans quelques chantiers de la Compagnie parisienne, de palissades de cinq mètres de hauteur qui constituent ce qu'on appelle des boucliers fixes. En ouvrant une porte dans ce bouclier on obtient un écoulement continu du coke et on peut le recevoir dans le verseur, sans aucune

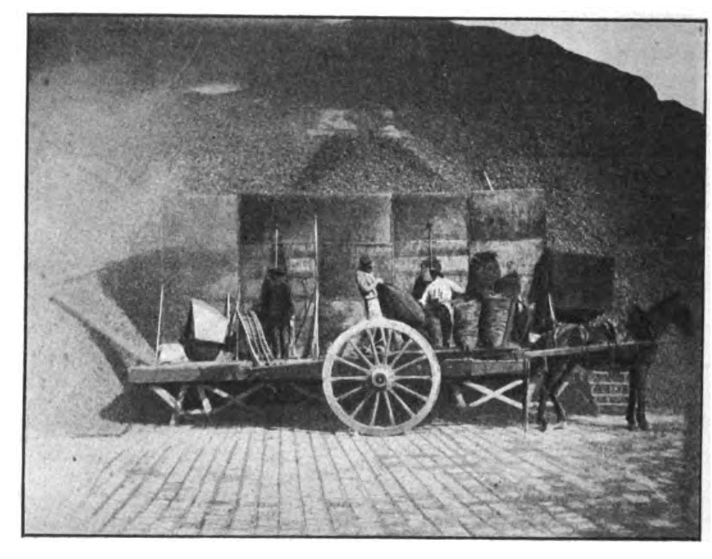


Fig. 26. — Bouclier pour faciliter la reprise au tas.

manutention ou fatigue (fig. 26). C'est une utilisation heureuse des forces naturelles.

*Appareils divers.* — Il est fait encore un usage courant, à la Compagnie parisienne, de divers autres outils, mais ces appareils étant employés dans toute industrie où l'on a à transporter de lourdes charges et ne s'appliquant pas spécialement au coke et au charbon, nous ne ferons que de les énumérer.

Les cabestans électriques permettent, à l'aide de câbles et de poupées placées à postes fixes, de déplacer facilement et rapidement les wagons sur les voies ferrées, au droit des trémies de chargement. Ils suppriment l'emploi des chevaux sur des voies encombrées et rendent

rapides les manœuvres de wagons et de locomotives sur les plaques tournantes.

Des élévateurs, monte-charge, ascenseurs de différents systèmes, servent à monter les sacs ou les bennes aux différents étages des bâtiments. Ils sont actionnés, soit à la vapeur, soit au gaz, soit à l'électricité, suivant les conditions spéciales qui se présentaient lors de leur construction.

L'emploi des voies mobiles rend de grands services et est fort économique pour la formation ou le dépilage des tas de charbon et de coke. Les rails utilisés à la Compagnie sont, de préférence pour les voies mobiles, des rails de 6 mètres de long à double champignon, pesant 35 kilogrammes; ils sont montés sur traverses en chêne au moyen de coussinets en fonte et de coins en fer (fig. 4).

A l'usine à gaz de Boulogne, qui expédie le coke par eau et qui n'est raccordée avec aucune des grandes Compagnies de chemin de fer, le transport se fait sur voies Decauville. Les voies y sont fixes et à contre-rails dans les traversées de voies parcourues par les tombereaux; elles sont mobiles, au contraire, à l'emplacement des tas. Les wagonets y sont à renversement sur le côté et la traction s'y fait à l'aide de chevaux.

Nous ne voulons pas terminer cette étude sur la manutention mécanique du charbon et du coke, dans les usines de la Compagnie parisienne du Gaz, sans signaler la pensée hautement humanitaire qui a inspiré cette Compagnie dans la préparation de ces transformations, lesquelles, envisagées au point de vue industriel seulement, ne peuvent apporter qu'une faible diminution dans le prix de revient du mètre cube de gaz. M. Godot, son Directeur, a recherché, en effet, avant tout, la diminution de l'effort physique du travailleur : il partage, en cela, l'avis de M. E. Levasseur (1), lequel estime que l'ouvrier, loin d'être abêti par la machine, gagne, par son emploi, dignité et salubrité, tout en dépensant moins de force physique.

C'est dans cet esprit, d'ailleurs, qu'a été conçue une conférence sur ce sujet, présentée par M. Louvel, Ingénieur-chef du Service des Études des Travaux de la Compagnie parisienne, au Congrès international des gaziers, tenu au commencement de septembre, à l'Exposition universelle de 1900. Il est permis de croire que les applaudissements qui accueillirent cette communication, s'adressaient autant aux sentiments humanitaires développés par le conférencier, qu'aux inventeurs des ingénieux appareils que nous venons de passer en revue.

Il est intéressant, enfin, de signaler que tous les appareils décrits ci-dessus ont été étudiés dans les bureaux de la Compagnie parisienne et, pour la plus grande partie, construits dans ses ateliers.

Nous ajouterons que tous les brevets pris par cette Compagnie pour fixer son droit de propriété, sont immédiatement abandonnés par elle, afin de permettre à tous ceux qui se préoccupent de diminuer le côté pénible du travail ouvrier, de profiter des recherches de ses Ingénieurs.

J. Laverchère,
*Ingénieur civil.*

(1) Comparaison du travail à la main et du travail à la machine, voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 151.

## EXPOSITION DE 1900

### L'AGRICULTURE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

*(Suite[1]).*

IV. — Matériel et procédés des exploitations agricoles et de la viticulture. — La partie de l'exposition agricole dont nous allons maintenant nous occuper comprend, sous la dénomination de classes 35 et 36, l'architecture rurale, les travaux d'améliorations foncières et le matériel de machinerie utilisé dans les différentes sortes d'exploitations agricoles.

C'est, de beaucoup, la partie la plus importante du Groupe VII, et comme c'est, en même temps, celle qui peut offrir le plus d'intérêt pour les lecteurs du *Génie Civil*, nous examinerons un peu plus en détail les expositions relatives à ces trois branches du Génie rural.

**A. Architecture rurale.** — En dehors des quelques types assez pittoresques d'anciens bâtiments de fermes qui figurent dans l'exposition rétrospective installée au rez-de-chaussée de l'ancienne Galerie des Machines, l'architecture rurale ne nous montre qu'un très petit nombre de spécimens d'étables, d'écuries, de bergeries, de porcheries, de hangars, etc. Tant dans les sections étrangères que dans l'exposition française, les projets et les modèles exposés dénotent, par la distribution intérieure aussi bien que par les aménagements, une connaissance réelle des besoins auxquels les bâtiments doivent répondre, en même temps qu'une louable tendance à renoncer aux détails purement décoratifs. Dans l'état actuel de l'agriculture, on ne peut qu'approuver tout mode de construction qui réduit au strict nécessaire les dépenses engagées par les agriculteurs, sans nuire cependant à la solidité ni à la commodité des bâtiments.

La section danoise contient plusieurs modèles en réduction de constructions rurales assez particulières; ils sont dus à MM. Thomsen et fils, architectes à Slagelse, et sont caractérisés par la proscription absolue des formes ordinaires de charpentes. Les figures 1, 2 et 3 donnent l'aspect des systèmes de poteaux et des chevalements destinés à remplacer les fermes couramment usitées pour supporter la toiture; ils reposent directement sur les planchers qui sont établis eux-mêmes sur des voûtes de briques supportées par de gros fers à double T et des colonnes de fonte.

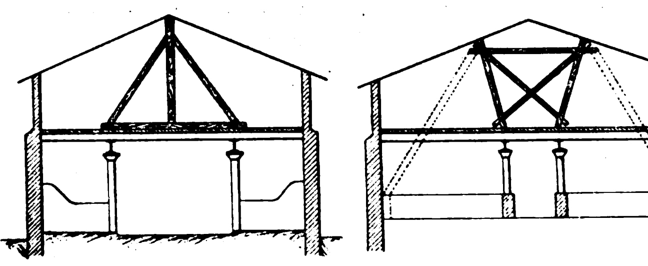


Fig. 1. — Coupe transversale d'une écurie (système Thomsen). Fig. 2. — Coupe transversale d'une porcherie (système Thomsen).

La distribution intérieure de ces bâtiments, notamment celle de la vacherie, ne manque pas d'ingéniosité; mais il est assez douteux que le dispositif adopté pour la charpente soit, en général, plus économique que la ferme ordinaire; en tout cas, il introduit certainement, dans le service des greniers, une gêne hors de proportion avec l'économie qu'il peut permettre de réaliser dans les frais de premier établissement.

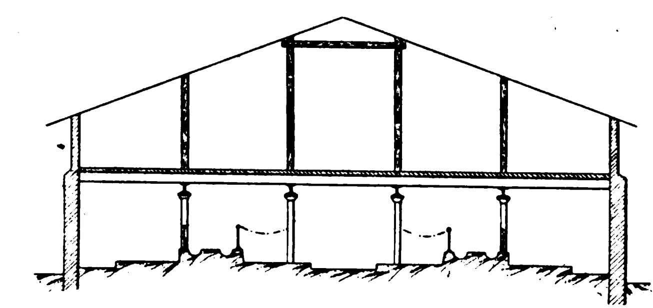


Fig. 3. — Coupe transversale d'une vacherie à quatre rangs, deux couloirs d'alimentation et deux passages de service (système Thomsen).

**B. Travaux d'améliorations foncières.** — La direction de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture a exposé, au premier étage du Palais des Machines, une très belle collection de plans, dessins et reliefs relatifs aux grands travaux d'irrigation et de desséchement qui lui sont confiés. A citer notamment: les canaux d'irrigation ou de submersion de Manosque (Basses-Alpes), de l'Aude, de Gignac (Hérault), de Beaucaire, des Alpines, de Saint-Martory; la mise en culture des garrigues de Sorgues (Vaucluse); les travaux d'assainissement des Waeteringues, des Landes, de la Camargue; les plans et reliefs de la Compagnie agricole de la Crau et des Marais de Fos (épuisement du bassin de Capeau); les beaux travaux du lac-réservoir de Caillaouas (Hautes-Pyrénées), dont un diorama en relief rend merveilleusement l'aspect; enfin le grand modèle en relief montrant les différents genres de travaux qui ressortissent de l'hydraulique agricole.

La section agricole d'Allemagne contient également de très intéressants documents sur les améliorations foncières, irrigations, desséchements, drainages, etc. L'Allemagne possède d'ailleurs un service d'ingénieurs agronomes spécialement chargés des améliorations foncières, qui a pour mission de procéder aux études préliminaires et de dresser les projets pour les particuliers, sans aucuns frais pour ces derniers. Ce service peut même, lorsqu'il a reconnu l'utilité de certains travaux, les mettre d'office à l'étude; l'exécution en est subordonnée à l'approbation des intéressés, mais tous ceux qui s'abstiennent sont censés avoir voté *pour*.

Signalons aussi, dans les sections suisse et française, une série de projets de drainage très intéressants, dressés avec une très grande habileté par un ingénieur français d'une haute compétence en cette matière, M. Chandora. Nous regrettons, par contre, de ne pouvoir décerner les mêmes éloges à plusieurs projets exposés dans la section

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 18, p. 324; n° 19, p. 342.

française et dans lesquels on rencontre des dispositions de maîtres-drains absolument bizarres et irrationnelles.

Il convient de citer également l'intéressant système d'épandage de la sucrerie de Mitry (Seine-et-Marne), qui arrive à utiliser en totalité ses eaux résiduelles, et a su trouver, dans ces matières considérées ordinairement comme embarrassantes, une source de profits importants.

**C. Machines agricoles.** — En raison de l'abondance et de la variété extrême des types d'instruments agricoles figurant à l'Exposition, tant au Champ-de-Mars qu'à l'annexe de Vincennes, nous adopterons, dans ce compte rendu, une classification rationnelle, basée sur l'ordre de succession des machines dans les travaux des champs ou de la ferme.

1° Machines servant a la préparation des terres. — Nous comprendrons dans cette catégorie les charrues, scarificateurs, herses et rouleaux.

*a) Charrues ordinaires.* — Comme il était facile de le prévoir, ces instruments de première nécessité pour l'agriculture tiennent une large place dans l'exposition des machines. Si les innovations véritablement importantes sont rares, on rencontre en assez grand nombre les perfectionnements de détail et surtout l'amélioration notable des procédés de construction, principalement dans la section française; les formes des pièces sont mieux appropriées aux efforts et à l'usure qu'elles ont à subir, et les matières premières qui les constituent sont de meilleure qualité.

Le métal forgé ou laminé tend de plus en plus à se substituer au bois dans la construction des *âges*, c'est-à-dire des pièces servant à maintenir les pièces travaillantes et à leur transmettre l'effort de traction. Le bois est conservé pourtant dans un certain nombre de charrues très bien construites, principalement à cause de la facilité avec laquelle il permet de remédier aux avaries qui se produisent en plein champ. Les âges rectilignes sont de beaucoup les plus employés; cette forme est d'ailleurs la plus rationnelle, aussi bien dans la construction métallique que dans la construction en bois. La forme courbe, en col de cygne, qu'on rencontre encore dans certaines charrues françaises et anglaises, avait été mise à la mode au moment des premières expositions universelles; on lui attribuait le mérite d'éviter que l'herbe s'accumule trop facilement entre le coutre et l'âge et d'empêcher ainsi le bourrage; mais comme on est toujours obligé de doubler l'âge par une chaîne de traction, c'est entre cette chaîne et le coutre que se produit l'accumulation d'herbes, et la forme en col de cygne ne présente aucun avantage sur la forme rectiligne; on ne la conserve guère dans quelques modèles qu'à cause de l'aspect plus gracieux qu'elle communique aux charrues.

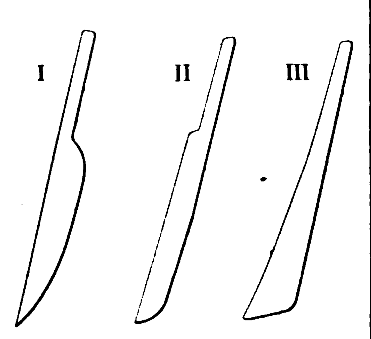



Fig. 4. — Coutres divers.

I, ancien coutre français; — II, coutre anglais; — III, coutre actuellement employé en Europe.

Certains constructeurs allemands emploient, pour constituer les âges de leurs charrues, des fers en U moisés; cette disposition, déjà avantageuse au point de vue de la résistance, facilite beaucoup le montage des pièces travaillantes; elle est donc absolument à recommander.

Les *coutres*, qui servent à découper verticalement le sol, ont perdu la forme exagérément pointue qu'ils présentaient encore il y a quelques années; on augmente, au contraire, leur largeur à la base, de façon à diminuer l'usure qui mettait rapidement les anciens coutres hors de service; la forme figurée en III sur la figure 4 est généralement adoptée en Europe. Les Américains, au contraire, emploient presque uniquement le *coutre circulaire* (fig. 5 et 6), formé d'un mince disque d'acier, tranchant à sa périphérie, et monté dans une chape pouvant osciller autour d'un tourillon vertical. Cette disposition permet au coutre de se déplacer légèrement à gauche ou à droite de la ligne suivie par la charrue, et d'éviter ainsi les pierres ou autres obstacles que les coutres ordinaires doivent arracher du sol.

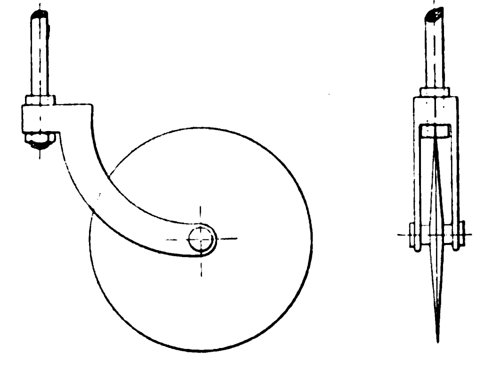


Fig. 5 et 6. — Coutre circulaire.

Les coutres sont ordinairement fixés sur l'âge au moyen d'une *coutrière*, dont le système le plus ingénieux et le plus simple est l'*étrier américain*, pièce en forme d'U, dont les deux branches sont filetées, qui se place obliquement sur le coutre et sur l'âge, et qui est maintenue par une contre-plaque, au moyen de deux écrous; ce dispositif s'oppose au mouvement de bascule d'avant en arrière que la résistance du sol tend à imprimer au coutre; il permet, au moyen d'un coin interposé entre l'âge et la branche supérieure de l'étrier, de donner au coutre l'inclinaison désirable. La pointe du coutre se trouve ainsi à quelques centimètres au-dessus de la pointe du soc. Pour des travaux assez énergiques, comme des défrichements de landes ou de prairies, certains constructeurs canadiens assemblent, au moyen d'une cavité formant mortaise, l'extrémité du coutre avec la pointe du soc, afin de mieux soutenir la première pièce qui joue alors un rôle beaucoup plus important que dans les labours ordinaires; dans ces cas, évidemment, la position de l'étrier américain est inverse de celle qu'il occupe dans les charrues ordinaires, c'est-à-dire que sa branche supérieure passe en arrière, et sa branche inférieure en avant du coutre.

Au sujet des *socs*, pièces servant à trancher horizontalement le sol, nous ne trouvons guère à signaler que le mode de fabrication adopté par la maison allemande Rud. Sack. Comme il est nécessaire de pouvoir réparer le soc dont le tranchant s'use assez rapidement, surtout dans les sols siliceux, on ménage généralement vers le milieu de la pièce un épaississement qui permettra au forgeron de rebattre le métal et de redonner au soc son tranchant primitif; mais, tandis que, dans la plupart des cas, chaque soc est forgé séparément, la maison Sack se fait livrer de longues bandes d'acier laminées au profil voulu, et se borne à les découper à la longueur nécessaire, ce qui lui procure une diminution considérable du prix de revient de chaque pièce.

Peu d'innovations à citer pour les *versoirs*, c'est-à-dire pour les organes chargés de rejeter de côté, en la brisant et en la renversant, la bande de terre découpée par le coutre et par le soc. Les Français et les Anglais conservent à leurs versoirs, au moins en partie, la forme hélicoïdale, alors que les Américains et les Allemands semblent avoir définitivement adopté la forme cylindrique. Les versoirs à *claire-voie*, découpés de façon à diminuer la surface en contact avec le sol, et, par suite, l'adhérence dans les terres fortes et humides, sont assez nombreux dans la section française, et leur construction est, dans son ensemble, plus soignée qu'au précédent concours agricole de Paris.

Au point de vue du mode de fabrication mentionnons le procédé employé par la maison Rud. Sack pour établir ses versoirs: elle prépare d'abord une sorte de métal compound au moyen de trois barres d'acier de dureté décroissante qu'elle lamine ensemble; le versoir y est ensuite découpé, embouti et finalement trempé. Ce métal spécial, au dire des Ingénieurs de la maison, serait le seul qui permette de tremper les versoirs sans avoir à en redouter la déformation; il serait doué d'une élasticité tout à fait remarquable. Néanmoins, l'emploi d'un pareil procédé semble dépasser quelque peu les limites d'une bonne fabrication de machines agricoles, car il est en réalité assez coûteux, et sa supériorité sur les modes ordinaires de construction ne paraît pas avoir encore été consacrée d'une façon très marquée par l'expérience. Les versoirs en acier de bonne qualité, qu'on trouve en France et en Angleterre, ou les versoirs américains en fonte au manganèse, bien que moins élastiques, ne se brisent pour ainsi dire jamais. Pourvu que le métal soit de bonne qualité, et assez dur pour ne pas s'user trop vite et acquérir un poli suffisant, c'est dans la forme de la pièce qu'il y a lieu de chercher des améliorations, beaucoup plus que dans les propriétés de métaux aussi particuliers. Quant à l'aptitude du métal à prendre un poli très fin, il ne faut pas s'en exagérer l'importance réelle, malgré les éloges excessifs que les Américains décernent à leurs versoirs en fonte manganésée, qui sont doués de cette qualité au suprême degré.

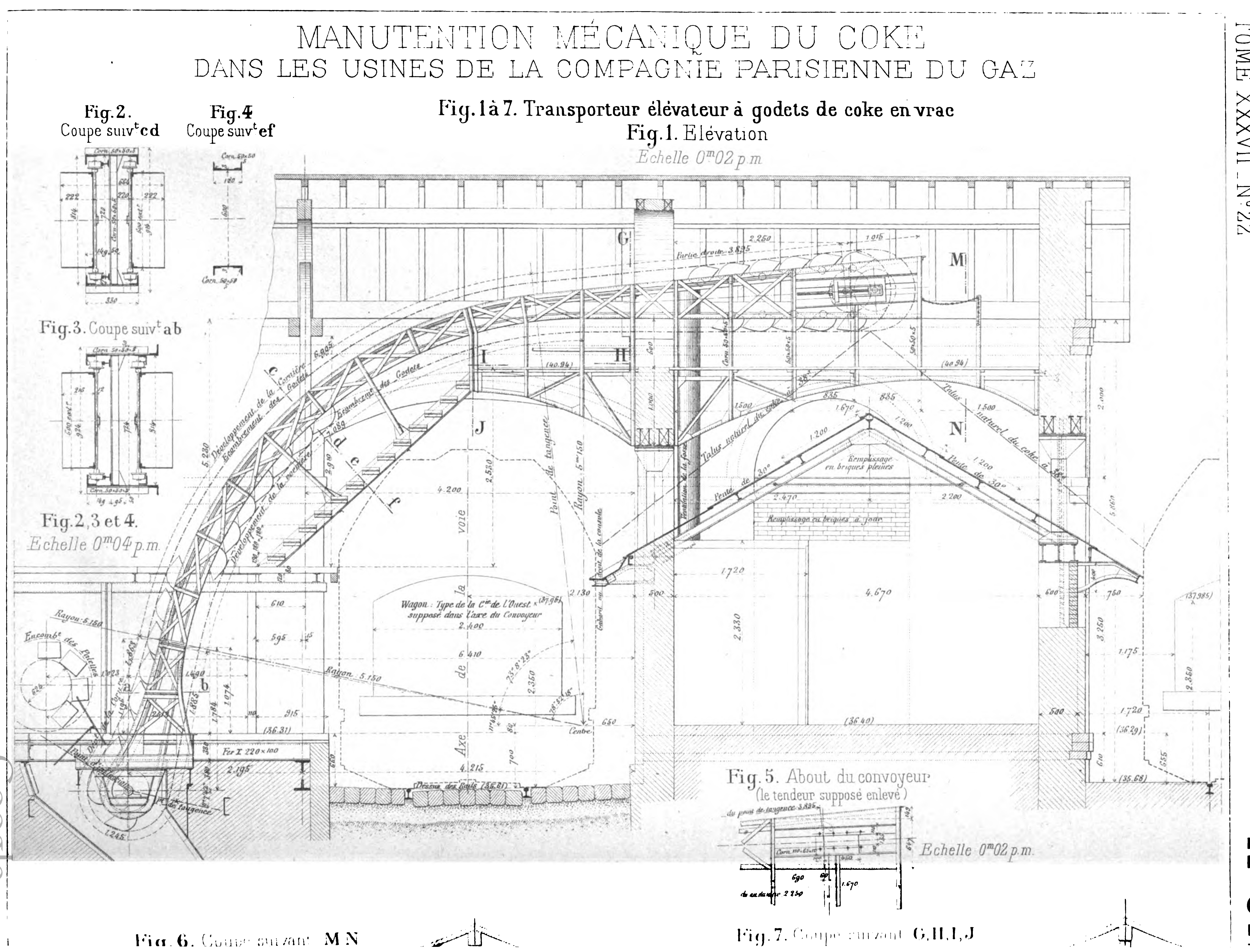
Les Américains ont également exposé plusieurs types de *charrues à disques*, dont un modèle a figuré, pour la première fois en France, au Concours général agricole de 1899. Ces disques, pour leur conserver une appellation assez impropre, ont la forme de calottes sphériques ou de portions de paraboloïdes ou d'ellipsoïdes de révolution, en acier embouti; ils peuvent tourner autour de leur axe de révolution, monté obliquement par rapport au sol et à la direction du labour. Cet appareil tient lieu de coutre, de soc et de versoir; il découpe une bande de terre dont la section est à peu près un parallélogramme (les deux petits côtés sont, en réalité, des arcs d'ellipse); une raclette nettoie constamment l'intérieur du disque et s'oppose à l'encrassement.

Les autres pièces constitutives des charrues n'ayant pas subi de modifications bien notables, nous les passerons sous silence, pour aborder immédiatement les différents types de charrues.

Nous ne nous attarderons pas à décrire les types d'instruments anciens ou primitifs qui figurent soit dans l'exposition rétrospective, soit dans les expositions étrangères ou coloniales; l'intérêt qu'ils présentent est d'un ordre trop purement spéculatif et historique.

Les charrues dites *araires*, c'est-à-dire dépourvues de toute espèce de support à l'extrémité de l'âge, deviennent plus rares. Elles exigent, d'ailleurs, pour bien fonctionner, des laboureurs extrêmement habiles,

# MANUTENTION MÉCANIQUE DU COKE
## DANS LES USINES DE LA COMPAGNIE PARISIENNE DU GAZ



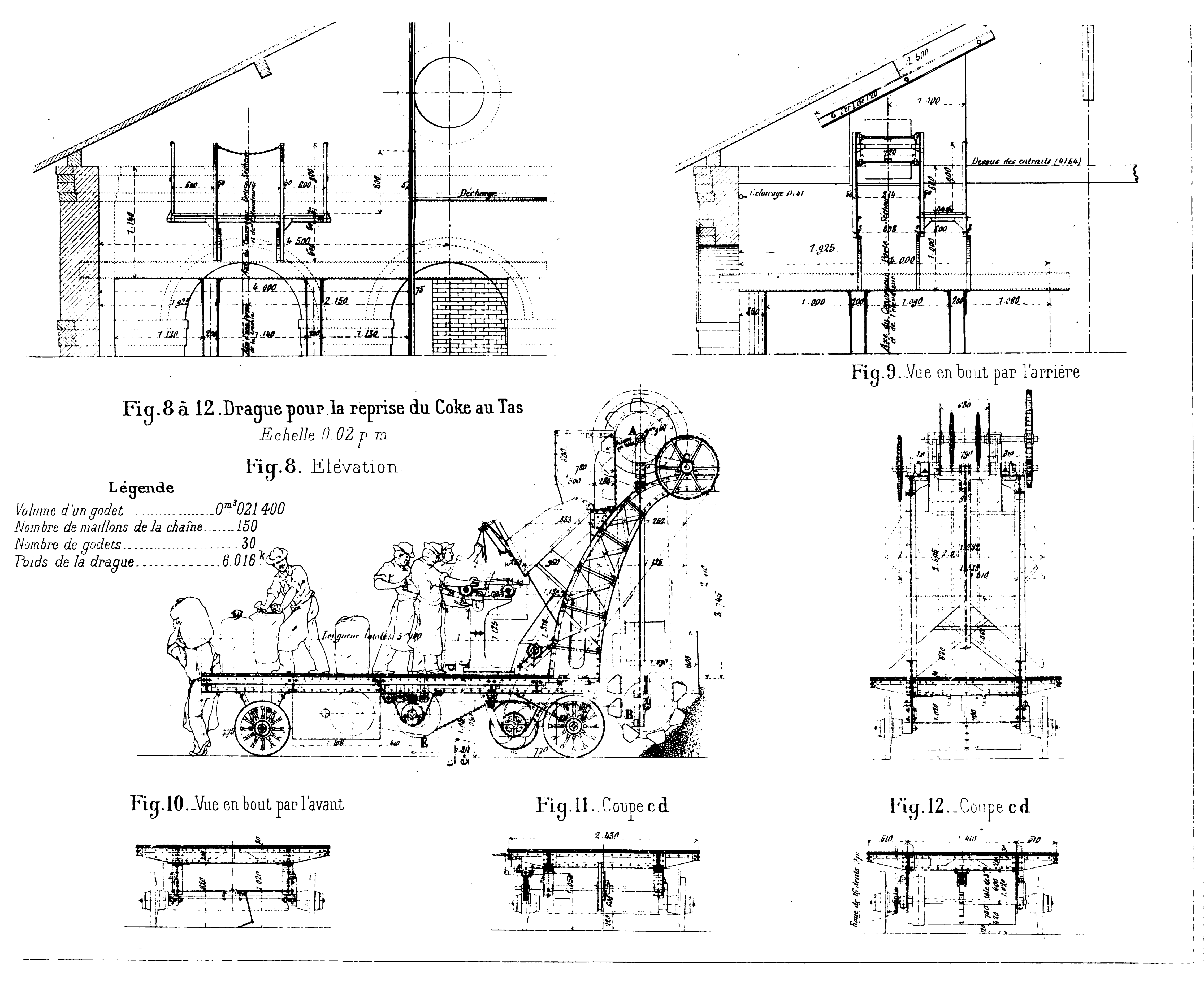



Fig. 8 à 12. Drague pour la reprise du Coke au Tas

*Echelle 0.02 p m*

Fig. 8. Elévation

**Légende**

*Volume d'un godet* ........ $0^{m^3}021\,400$
*Nombre de maillons de la chaîne* ........ 150
*Nombre de godets* ........ 30
*Poids de la drague* ........ 6 016 k

(8887) Imp. A. Gentil, 188 Faub. St Denis, Paris

qu'on se procure de plus en plus difficilement, et elles ne se prêtent guère aux travaux énergiques, en raison des efforts considérables que l'ouvrier est alors obligé de faire pour maintenir l'instrument en direction.

Les charrues à *avant-train* sont, en général, réservées pour des travaux spéciaux, comme les labours en *billons*, ou labours en planches étroites et bombées, usités dans les pays où le sol est peu profond et très humide. L'âge s'appuie simplement, par son extrémité, sur l'avant-train et peut osciller, se déplacer à droite ou à gauche; le réglage en profondeur est donc seul assuré. Aussi l'avant-train est-il presque exclusivement employé dans les pays de culture peu avancée. Les Allemands apprécient beaucoup, cependant, un avant-train perfectionné, dont les oscillations sont réduites par des chaînes munies de tendeurs, analogues à ceux des attelages de chemins de fer, et qu'ils appliquent même à leurs charrues brabants-doubles. Nous en parlerons un peu plus loin.

Les charrues à *support*, c'est-à-dire munies d'un système comportant une, deux ou trois roues solidaires de l'âge ou de l'ensemble du corps de charrue, sont au contraire de plus en plus en faveur. Nous en trouvons trois types principaux.

Dans le type anglais, dérivé des charrues Howard, etc., si célèbres autrefois, le support est formé de une, ou mieux de deux roues *verticales*, généralement inégales, se réglant à volonté suivant la profondeur du labour; la charrue est douée ainsi d'une grande stabilité verticale, mais les oscillations latérales communiquées par les déplacements de l'attelage ne peuvent être corrigées qu'en agissant sur les mancherons.

Le support *français*, dérivé du support de brabant-double qui a été imaginé dans le nord de la France, se compose d'un essieu à deux roues égales, qui se fixe d'une façon rigide au moyen d'un système d'encliquetage; comme l'une des roues occupe le fond de la raie pendant que l'autre roule sur le sol non encore labouré, l'essieu se trouve dans une position oblique pendant le travail normal. En donnant à l'appareil, au moyen du régulateur, une légère tendance à découper une bande plus large que celle qu'on travaille, la roue qui parcourt le fond de la raie vient s'appliquer, avec une certaine pression, exactement sur l'arête du dièdre formé par les parois horizontale et verticale de la raie précédemment ouverte, et cela suffit pour amortir complètement les oscillations de l'attelage, à tel point que les charrues, simples ou doubles, munies de ce support, n'ont pas besoin de mancherons, le laboureur marchant à côté de sa machine, et se bornant à diriger les chevaux. Évidemment, la largeur de l'essieu doit pouvoir être modifiée pour que le laboureur puisse faire varier la largeur et la profondeur du labour, sans que les roues cessent de porter sur le sol; on y arrive ordinairement en emboîtant les roues sur des fusées très longues, et en interposant, entre les moyeux et les portées, un certain nombre de bagues-rondelles. Un constructeur français a imaginé un essieu extensible formé de deux demi-essieux dont les extrémités intérieures sont filetées en sens contraire et sont réunies par un manchon taraudé qu'il suffit de faire tourner autour de son axe pour écarter ou rapprocher les roues.

Les Américains ont appliqué le principe de l'essieu oblique du brabant à des charrues à support d'un type tout nouveau en France, et dont deux ou trois modèles seulement ont été exposés au Concours agricole de 1899; ce sont les *charrues à siège*. Ne pouvant se procurer que très difficilement de bons laboureurs, ils ont pensé à utiliser les charretiers ordinaires pour le travail de préparation des terres; ils ont monté les pièces travaillantes sur un châssis muni d'un siège pour le conducteur, et auquel est fixée directement la flèche d'attelage. L'appareil de roulement se compose toujours d'une roue verticale, portant sur le guéret et d'une ou de deux roues obliques, dont la jante est généralement à section triangulaire. Lorsque la charrue ne comporte que deux roues, elle est dite du type *tilbury*; sa stabilité est suffisante lorsque l'attelage est bien dressé et a une allure assez régulière. Lorsqu'il y a trois roues, la charrue est du type *tricycle*; dans ce cas, les deux roues obliques roulent l'une dans la raie précédemment tracée, l'autre dans celle qu'on vient d'ouvrir; la stabilité des tricycles est parfaite. Les charrues à siège qui figurent à l'Exposition comportent un ou plusieurs corps de charrues, avec coutres circulaires, pour faire une ou plusieurs raies en une fois; plusieurs modèles sont pourvus des disques américains mentionnés plus haut. Bien que très appréciées des Américains, non seulement à cause de la faculté qu'elles leur donnent d'employer pour le labourage les charretiers les plus ordinaires, mais aussi en raison de la superficie plus grande que ces instruments permettent de travailler dans le même temps, parce que les ouvriers, qui sont assis et transportés, n'éprouvant plus aussi fréquemment le désir de faire reposer les animaux de trait, les charrues à siège ne s'implanteront probablement pas sans difficulté en Europe. Cela tient à l'époque tardive à laquelle s'effectuent les labours, dans nos régions; en Amérique on n'exécute jamais de labours en hiver, et les charretiers, immobiles sur leurs sièges, ne sont pas exposés à ressentir aussi durement que chez nous les effets d'une température rigoureuse.

Les charrues qui ne possèdent qu'un seul ensemble de pièces travaillantes, coutre, soc, versoir, ne peuvent retourner la terre que d'un seul côté; pour pouvoir les employer, on doit diviser le champ à labourer en *planches* dont chaque moitié est travaillée séparément. Dans les cultures soignées, on supprime les *dérayures* ou petits fossés causés par ce mode de labour et qui gênent le passage des instruments de récolte (faucheuses, moissonneuses, arracheuses), en se servant de charrues à deux corps, qui versent la bande de terre l'un du côté droit, l'autre du côté gauche; lorsqu'une raie est tracée avec le premier corps le long d'un bord du champ, l'ouvrier, avec le second corps de charrue, ouvre une deuxième bande, à côté de la première et ainsi de suite, sans effectuer de parcours inutiles, ni sans laisser subsister de dérayures : c'est ce qu'on appelle le labour *à plat*. Le temps a fait justice d'un grand nombre de systèmes proposés depuis assez longtemps pour l'exécution de ces labours à plat, tels que les charrues dos à dos par exemple. Les modèles qui figurent à l'Exposition sont, pour la plupart, des types *brabant-double* ou *charrue-balance*.

Les *brabants-doubles* comportent deux corps de charrue placés l'un au-dessus de l'autre et qui peuvent tourner autour d'un axe coïncidant avec celui de l'âge. Tantôt les deux corps sont solidaires de l'âge, et l'extrémité antérieure de ce dernier tourne dans un coussinet, appelé *écamoussure*, fixé sur le support; tantôt ils sont simplement rattachés à l'extrémité postérieure de l'âge, qui a la forme d'une fusée, au moyen de trois brides-colliers. Ce dernier dispositif est loin de posséder la solidité du premier et nécessite l'adjonction, à l'arrière de l'instrument, d'une tige-mancheron qui sert à soutenir le système d'encliquetage. Les brabants-doubles sont employés principalement dans l'Europe continentale; les modèles allemands sont pourvus d'un avant-train perfectionné du même genre que celui dont nous avons fait précédemment mention, mais dont les roues sont montées sur des essieux coudés, de façon à pouvoir rouler alternativement dans le fond de la raie et sur le sol non travaillé. Ce système est donc incomparablement plus compliqué que celui des supports français et n'a pas l'avantage, puisque les deux roues sont verticales, d'assurer à la charrue une stabilité parfaite.

Les charrues du type *balance* sont généralement réservées pour les labours profonds ou les travaux de culture mécanique. Elles se composent (fig. 7) d'un âge très long AA, courbé en son milieu de façon à former un angle très obtus, et supportant les deux systèmes de pièces travaillantes E, F, G (dans la figure, les pièces représentées en D sont des *griffes fouilleuses* destinées à ameublir le sous-sol à une profondeur supérieure à celle du labour, sans le mélanger à la couche arable proprement dite). L'âge peut osciller autour d'un axe passant par le sommet de l'angle et qui est constitué par un essieu porteur à deux roues verticales HH', dont l'une, H, est fixe et roule dans la raie, derrière le corps de charrue en travail, l'autre H', marchant sur le guéret et pouvant s'élever ou s'abaisser au moyen de la vis à volant K, de manière à régler la profondeur du labour; la roue H' est, en outre, très massive et contribue par son poids à assurer la stabilité de l'instrument. Aux deux extrémités de l'âge sont adaptés des supports articulés B, du même genre que ceux des brabants-doubles, c'est-à-dire inclinés en travail normal. A la fin de chaque raie, lorsque les animaux tournent, le crochet d'attelage passe automatiquement de l'un à l'autre des régulateurs de largeur C, en suivant la tringle L; le mouvement de bascule s'opère de lui-même dès que ce crochet est venu se placer sur le régulateur du corps de charrue qui va entrer en action.

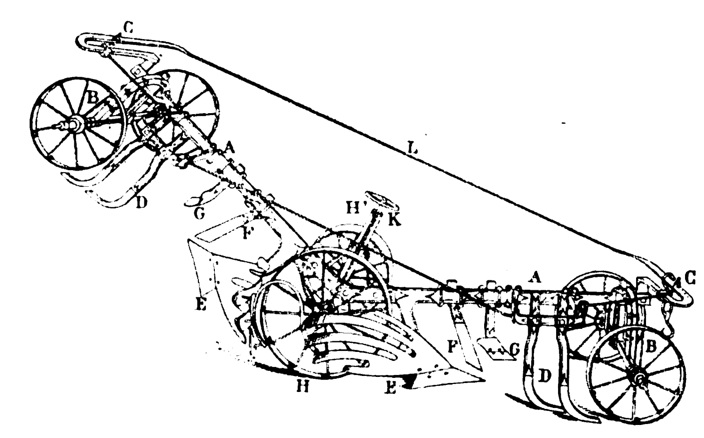


Fig. 7. — Charrue-balance pour labours à plat (Bajac).

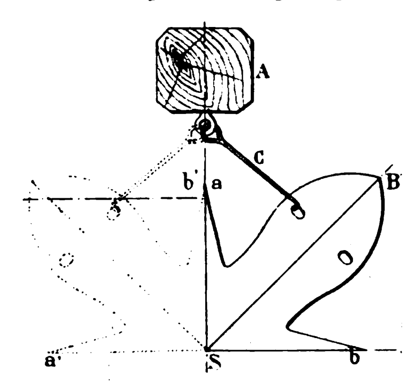
A, âge; — B, supports; — C, régulateurs de largeur; — D, griffes fouilleuses; — E, corps de charrue, avec versoirs à claire-voie; — F, coutre; — G, rasette; — H, H', roues porteuses; — K, vis à volant réglant la position de la roue H'; — L, tringle-guide pour le crochet d'attelage.

On trouve également dans la catégorie des charrues pour labours à plat quelques types de charrues *tourne-sous-sep*, très appréciées, en raison de leur prix peu élevé, dans le centre de la France où la forte inclinaison du terrain force le cultivateur à renverser toujours la bande de terre vers l'amont, pour lutter contre l'entraînement du sol

arable vers le fond de la vallée. Ces instruments ne comportent, en apparence, qu'un seul système de pièces travaillantes et sont même très souvent dépourvus de coutres. Le corps de charrue proprement dit, d'une forme assez bizarre, est composé de deux parties symétriques par rapport au plan bissecteur du dièdre droit formé par les deux parois de la raie; il peut tourner autour d'un axe horizontal constitué par le sep lui-même, ce qui justifie le nom donné à ce genre de charrue. Le figure 8 représente schématiquement le principe des

Fig. 8. — Principe d'une charrue tourne-sous-sep.

A, âge;
B, corps de charrue en deux parties symétriques;
S, projection verticale, réduite à un point, du sep qui sert d'axe de rotation;
C, crochet de fixation;
a, a', b, b', positions successives des pièces jouant alternativement le rôle de coutre et de soc.




tourne-sous-sep; on voit que chaque moitié du corps de charrue sert à verser, l'une à droite, l'autre à gauche, et que la pièce qui, d'un côté, sert de coutre, joue, de l'autre côté, le rôle de soc, et inversement.

Dans la section américaine figure enfin une *charrue à siège pour labours à plat* (Syracuse Chilled Plow C°). C'est un instrument du type tilbury, pourvu de deux corps de charrue indépendants, versant l'un à droite, l'autre à gauche; le déterrage s'effectue, à fin de raie, en encliquetant, au moyen de leviers spéciaux, le côté à soulever sur un rochet solidaire de la roue porteuse correspondante; c'est donc l'attelage qui fournit l'effort nécessaire au travail de relèvement. En débrayant le rochet, le corps de charrue soulevé se remet de lui-même en position de travail.

Les charrues-tricycles et tilburys à un seul corps sont d'ailleurs employées par les Américains pour un genre de labour très voisin du labour à plat, et qui est dit *à la Fellenberg*; il consiste à tourner constamment dans le même sens, parallèlement aux différents côtés du champ, en commençant le travail soit par le centre, soit par la périphérie de la pièce de terre. Afin de permettre à l'instrument de tourner, pour ainsi dire sur place, aux angles du champ, les deux roues obliques des tricycles sont montées sur des tourillons verticaux; elles sont embrayées ou débrayées à l'aide de leviers spéciaux pour le travail normal ou pour les tournants.

Dans la figure 7, la lettre G désigne une pièce accessoire, appelée *rasette*, ayant la forme d'un corps de charrue de très petites dimensions et qu'on emploie souvent pour faciliter l'enfouissement des herbes dans les terres très sales. Certaines charrues allemandes, notamment celles de Rud. Sack, sont normalement pourvues d'une sorte de rasette découpant le sol à une faible profondeur, mais sur toute la largeur de la raie, ce qui ne se produit pas avec la véritable rasette. Cet instrument particulier est construit d'après une théorie nouvellement émise par un professeur viennois, qui considère la bande de terre comme travaillant, au moins en grande partie, par flexion sous l'effort de la charrue. La résistance à la flexion étant proportionnelle au carré $h^2$ de l'épaisseur de la bande, si on emploie deux corps de charrue dont le premier pénètre seulement à la moitié de la profondeur totale tandis que l'autre achève l'approfondissement de la raie, la résistance à vaincre ne serait plus que $\frac{h^2}{4} + \frac{h^2}{4} = \frac{h^2}{2}$. Quoique cette théorie nouvelle, dite du « rabot », n'ait pas été vérifiée dans toute sa rigueur, en fait, les charrues allemandes construites suivant ce principe paraissent n'exiger qu'un effort de traction un peu plus faible que les charrues de mêmes dimensions et de même type non pourvues de la rasette spéciale.

Quant à l'importante catégorie des *charrues vigneronnes*, rien de saillant ne distingue cette année ces instruments de ceux qui figuraient aux concours précédents.

*b) Charrues mécaniques.* — Les charrues employées pour le labourage mécanique sont de puissance variable suivant la nature des travaux à effectuer. Lorsqu'elles sont destinées à *défoncer* le sol à une grande profondeur, elles n'ouvrent qu'une raie à la fois; elles sont construites soit avec un seul corps, soit avec deux corps de charrues, montés en brabant-double ou en charrue-balance. Pour les labours courants, à effectuer rapidement, on emploie des charrues à quatre, cinq ou six paires de corps, toujours disposés en balance.

Aucune innovation n'est à signaler parmi les modèles de charrues simples ou de brabants-doubles pour défoncements. Dans les charrues simples ou multiples du type balance, les pièces travaillantes sont généralement fixées aux extrémités de l'âge coudé et montées en sens inverse de la disposition représentée par la figure 7. La traction est alors directement appliquée sur l'essieu central, et les deux supports inclinables sont supprimés. Telles quelles, ces charrues présentent un inconvénient assez sérieux : la partie soulevée ayant exactement le même poids que la partie enterrée, cette dernière ne possède pas une très grande stabilité, et tend un peu à sortir du sol; en termes de métier « elle ne talonne pas suffisamment ». Pour remédier à ce défaut, M. Bajac a imaginé un dispositif, qu'il désigne sous le nom d'*antibalance*, et qui est appliqué à une grande charrue pour défoncements figurant dans son exposition. La figure 9 en montre claire-

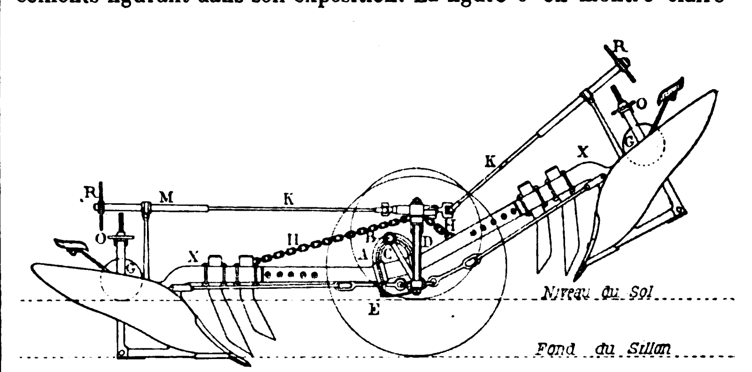



Fig. 9. — Charrue antibalance (Bajac).

A, arcades reliant l'âge coudé XX à l'axe d'oscillation B: — C, bielles de suspension, reposant sur la chaise D; — E, buttée; — H, chaines, maintenant la chaise D verticale; — K, tringles de manœuvre, actionnées par le volant R et coulissant dans les cylindres M lors du mouvement de bascule; — G, galet assurant la régularité de la profondeur, et réglable au moyen de la vis O.

ment le principe; au lieu d'être articulé directement sur l'essieu, l'âge coudé est suspendu, par l'intermédiaire d'arcades A, à un axe d'oscillation B reposant sur l'extrémité des bielles C, qui sont elles-mêmes mobiles sur des tourillons placés à la partie inférieure de la chaise D. De cette façon, le centre de gravité de l'instrument se trouve toujours déplacé vers la partie en travail, au grand profit de la stabilité. Des buttées, telles que E, limitent, par leur rencontre avec la chaise D, la course des bielles C. Les deux chaînes H, dont l'une se trouve toujours tendue par le mouvement de bascule, empêchent la chaise D de tomber en avant, en même temps que les buttées E la maintiennent en arrière; la verticalité de la chaise se trouve ainsi assurée.

Pour le halage de ces diverses sortes de charrues, on se sert de treuils actionnés soit par des animaux, soit par des machines à vapeur, soit par des moteurs électriques. Dans la section française figurent principalement des treuils à manège, tous de systèmes déjà connus. En raison de la très faible vitesse qu'ils impriment aux instruments de culture, on les réserve exclusivement aux travaux de défoncement, qui constituent des améliorations foncières dont l'effet se répartit sur un grand nombre d'années et pour lesquelles il n'est nullement nécessaire d'opérer avec rapidité. Les labours ordinaires s'effectuent très rarement en France au moyen de moteurs à vapeur, non seulement à cause de la division extrême de la propriété rurale, mais aussi et surtout en raison du prix très élevé (souvent plus de 50 francs par tonne) auquel revient le charbon dans les exploitations agricoles. C'est ce qui explique pourquoi les locomotives-treuils ne figurent qu'en petit nombre dans les expositions françaises. La section anglaise en contient, au contraire, beaucoup; toutes se rapportent à deux systèmes principaux de labourage : deux locomotives fonctionnant alternativement, ou une seule locomotive à double treuil avec poulie de renvoi. Les modèles exposés étant très connus, nous nous bornons à les mentionner.

La section ottomane contient, au contraire, un type tout nouveau de machine à labourer mue par la vapeur; c'est la *charrue rotative automotrice* de Boghos-Pacha-Nubar, Ingénieur des Arts et Manufactures. L'inventeur s'est inspiré d'une théorie émise par M. Dehérain, d'après laquelle on pourrait se dispenser d'apporter à grands frais des nitrates dans le sol si l'on parvenait à faire nitrifier convenablement l'azote organique contenu dans la terre; il faudrait pour cela « une machine qui divise, remue, secoue, aère le sol tout autrement que ne le font encore nos charrues et nos herses » (1). La laboureuse rotative Boghos-Pacha a été établie dans le but de *pulvériser* le sol. Elle se compose d'une locomotive routière de huit chevaux, du système Fowler, à laquelle est adjoint, en arrière du tender, le véritable système de labourage; celui-ci est formé par des disques de grand diamètre, munis de coutres pénétrant dans le sol, et qui sont actionnés par un moteur à vapeur spécial, du type pilon, alimenté par la chaudière de la locomotive. La terre se trouve ainsi découpée transversalement en tranches dont l'épaisseur varie avec la vitesse d'avancement de la routière, ainsi qu'avec la vitesse de rotation des disques porte-coutres. On peut donc modifier à volonté l'intensité du travail de pulvérisation, suivant la nature et la compacité du sol.

(1) *Revue des Deux-Mondes*, 15 août 1894.

On est en droit de manifester quelque surprise de ce que les constructeurs aient si peu dirigé leurs efforts vers l'application de l'électricité au travaux de labour. Deux expositions seulement sont relatives à la culture au moyen de l'électricité.

L'une se compose de dessins des appareils de M. F. Prat, agriculteur dans le Tarn, et figure dans la classe 38; le système se compose d'un treuil indépendant actionné par une dynamo réceptrice installée. avec tous ses accessoires, sur un chariot facilement transportable; l'énergie est empruntée à une génératrice mue par l'eau. Ce système a donné d'excellents résultats.

L'autre est une modification de la charrue rotative automotrice Boghos-Pacha-Nubar, et un modèle en réduction en est exposé dans la section égyptienne du Pavillon ottoman. L'inventeur a eu l'idée de profiter de ce que les fortes machines fixes, qui servent à élever l'eau d'irrigation dans les grandes exploitations d'Égypte sont toujours inutilisées à l'époque des travaux de labour, pour actionner une dynamo envoyant le courant à une réceptrice placée dans les champs; sa machine se compose d'un chariot à quatre roues, dont deux porteuses et deux directrices, qui supporte la réceptrice, laquelle communique le mouvement à des disques porte-coutres et à un treuil au moyen duquel la machine se hale sur un câble métallique. L'inventeur doit essayer prochainement ses deux appareils dans ses propriétés du Caire; on sera alors fixé, à la fois, sur le prix de revient du travail et sur la valeur de la méthode de culture préconisée par M. Dehérain.

*c) Scarificateurs, cultivateurs, extirpateurs.* — Ces machines, qui sont employées pour parfaire le travail d'ameublissement opéré par les charrues, n'ont subi dans ces dernières années, comme on le voit à l'Exposition, que des modifications de détail sans grande importance. Les constructeurs de toutes nationalités adoptent de plus en plus le montage dit à *dents flexibles*, c'est-à-dire la fixation des pièces travaillantes sur de robustes lames de ressorts, généralement contournées en forme d'S, disposition qui permet à ces pièces de céder devant un obstacle un peu volumineux et de reprendre leur position normale après l'avoir franchi. L'effort de traction nécessité par l'appareil se trouve ainsi notablement diminué.

*d) Herses.* — Les types, connus depuis longtemps, de herses articulées et de herses souples, sont représentés, dans l'exposition des machines agricoles, par d'innombrables modèles, généralement d'une bonne construction. Les sections américaine et canadienne offrent d'intéressants types de herses à compartiments dans lesquelles l'inclinaison des dents, par rapport au sol, peut être facilement modifiée à l'aide d'un levier; l'emploi, pour leur construction, de fers en U ou de fers creux, a permis de donner à ces instruments une très grande solidité sans en exagérer le poids; les dents sont fixées sur ces fers à l'aide d'étriers serrés par des écrous, ce qui permet de remédier facilement au raccourcissement qu'elles subissent par usure.

Plusieurs spécimens de herses du type « *Acmée* » sont également exposés. Ces machines, assez curieuses, sont formées par une série de lames d'acier, longues et étroites, légèrement contournées, fixées sur une traverse rigide; elles travaillent très superficiellement le sol, non plus en le grattant à la façon des herses ordinaires, mais en le déplaçant légèrement, comme pourrait le faire un minuscule corps de charrue.

Enfin, les Américains ont présenté plusieurs modèles de herses très particulières, auxquelles ils donnent le nom de *herses à disques* (disc harrows), dont on a tenté sans succès l'introduction en France, il y a quelques années, sous la dénomination de *pulvériseurs*. Elles se composent de deux séries de disques, ou mieux de calottes sphériques, identiques à ceux des charrues américaines que nous avons mentionnées plus haut, et calées sur deux arbres horizontaux articulés de façon à pouvoir soit se placer dans le prolongement l'un de l'autre, soit former au contraire un V de plus ou moins grande ouverture; le plan du cercle tranchant des disques est perpendiculaire au sol, et, suivant la position des arbres, se trouve parallèle ou oblique à la direction suivie par l'attelage. La première position est utilisée uniquement pour le transport sur routes; en travail, les disques font avec la direction de la traction un angle d'autant plus faible que le hersage doit être plus énergique. Ces instruments, pourvus d'un siège comme la plupart des machines américaines, ameublissent merveilleusement la partie superficielle du sol; nous avons eu l'occasion de les faire fonctionner, et ne pouvons que souhaiter vivement de les voir prendre place dans l'outillage de nos fermes.

*e) Rouleaux.* — On trouve en grand nombre, dans les diverses sections de l'Exposition, des rouleaux unis ou ondulés et des rouleaux brise-mottes, tous de modèles courants. Dans la section allemande figure cependant un système de rouleaux cannelés, doubles, divisés en trois segments montés sur un bâti triangulaire à la façon d'un tricycle; cette disposition permet à l'instrument de tourner facilement sans creuser d'ornières, de suivre les ondulations du sol, et, grâce au chevauchement des cannelures, de se nettoyer automatiquement.

G. Coupan,
*Ingénieur-Agronome,*
*Répétiteur-Préparateur à l'Institut Agronomique.*

*(A suivre.)*

# PARTICIPATION DES PUISSANCES ÉTRANGÈRES

## BELGIQUE

**Pavillon de la rue des Nations.** — Le gracieux palais gothique (fig. 1), que la Belgique a fait construire dans la rue des Nations, est la reproduction de l'Hôtel de Ville d'Audenarde, la vieille cité flamande, à laquelle se rattachent tant de souvenirs historiques.

Il n'y a pas d'exposition proprement dite dans ce palais; au rez-de-chaussée se trouvent des documents divers: plans, cartes, photographies, et des statistiques des Chambres de commerce. L'étage est entièrement affecté à l'exposition de la remarquable collection d'objets artistiques du vicomte de Somzée.

A côté des tableaux des maîtres de l'école flamande, on admire de



Fig. 1. — Pavillon de la Belgique, rue des Nations.

nombreuses tapisseries et portières, figurant l'Adoration des bergers, la Passion, le Golgotha, cette dernière datant du xv$^{e}$ siècle. Des sculptures, des éventails précieux, de la faïence de Saint Porchaire dite d'Henri II, des meubles, des reliquaires et de nombreux autres objets d'une inestimable valeur artistique, complètent cette exposition.

**Expositions dans les différents groupes.** — Dans les trois premiers groupes, la Belgique expose ses méthodes pour l'enseignement primaire, secondaire et supérieur, ainsi que le fonctionnement de ses écoles industrielles, professionnelles et commerciales.

Ses écoles techniques sont au nombre de 471, les unes destinées à former des ouvriers, les autres, des ingénieurs. Les Universités de Bruxelles, de Liège, de Gand, et l'Université catholique de Louvain, montrent des collections, des appareils divers et des travaux de toutes sortes.

Dans le Groupe III, ses produits d'imprimerie, dont elle est la terre classique, ses éditions d'art, ses impressions typographiques en trois couleurs, ses photogravures, ses travaux de chromotypographie méritent d'attirer l'attention.

La Belgique a une place spéciale dans le Groupe IV (Matériel et procédés généraux de la mécanique) par la diversité des machines qu'elle expose. Le nombre des constructeurs belges a beaucoup augmenté ainsi que celui des ateliers et, en 1898, les machines et appareils divers exportés dépassaient le chiffre de 41 000.

On y remarque entre autres: une machine à vapeur à détente variable par le régulateur, provenant des ateliers de M. Beer; une machine à vapeur compound à condensation, de 1 000 chevaux; une autre machine horizontale à vapeur à soupapes Sulzer, de la force de 1 000 chevaux en marche normale, faisant 100 tours par minute, machine construite spécialement pour actionner une dynamo montée sur l'arbre de couche; une machine jumelle compound à vitesse accélérée, de la force de 250 chevaux, à 125 tours, commandée par un mouvement positif ou à connexion rigide; des chaudières Willebroeck, multitubulaires avec réchauffeurs, système de Naeyer; une locomobile à pétrole; deux moteurs verticaux, également à pétrole; etc.

Dans les classes 21 et 22 sont exposés des câbles, système Heckel ; des courroies de transmission en coton, en caoutchouc, en cuir, chanvre, balata, etc.

Les machines-outils sont très variées. Citons la machine à couder ; celle à laminer ; celle à tailler les limes ; la machine à clous ; la presse à rivets, et enfin une machine de la force de 50 tonnes pour essayer les métaux.

L'exposition de la production et de l'utilisation mécanique de l'électricité (Groupe V) est fort intéressante. On y remarque trois machines à grande vitesse, de 1 000, 180 et 90 chevaux, travaillant à la pression de 8 atmosphères avec ou sans condensation et actionnant directement des dynamos, celle de 90 chevaux avec une vitesse de 470 tours. Mentionnons aussi des dynamos diverses ; une grue électrique ; des moteurs à courant continu ; d'autres moteurs à courant triphasé ; plusieurs groupes électrogènes, dont un de 1 000 chevaux effectifs, composé d'une machine à vapeur Bollinckx actionnant directement une dynamo système Dulait, à courant triphasé à 2 000 volts, à 80 tours.

L'éclairage électrique, la téléphonie et la télégraphie sont également représentés dans ce groupe par des machines diverses. On y trouve également des appareils de mesure, des horloges électriques et des phonographes de différents modèles.

Pendant ces dernières années, la Belgique a atteint un très grand développement pour la construction des machines à vapeur. Les dragues provenant de ses ateliers sont également réputées (Groupe VI. Génie civil et Moyens de transport). Celles du type Bates, destinées au creusement des passes du Volga, atteignent un rendement de 4 000 à 5 000 mètres cubes.

Dans ce même Groupe, sont exposés de nombreux plans, photographies et dessins représentant les appareils construits déjà ou en cours de construction. On y remarque aussi plusieurs maquettes du pont de Bruxelles et des gares qui l'avoisinent, ainsi que deux plans en relief représentant, l'un les bassins et installations maritimes d'Anvers, l'autre la ville de Gand.

Dans la classe 32 se trouvent exposés un wagon-salon-buffet de 35 places, offrant tout le confort désirable ; un wagon à charbon de 15 tonnes ; un autre wagon de 5 tonnes, fermé et avec frein à main ; un truck avec appareillage électrique pour voiture de tramway ; une voiture à bogies pour chemin de fer, équipée pour la traction électrique par accumulateurs ; une locomotive à six roues couplées ; des voitures automobiles électriques, etc. Notons que la valeur des constructions diverses sortant des ateliers belges s'est élevée, en 1898, à 48 millions de francs environ.

Par des tableaux et de nombreux documents concernant l'agriculture et les instituts agronomiques en général, la Belgique montre les résultat obtenus dans cette branche, notamment depuis la formation des Sociétés coopératives.

Dans le Groupe IX, elle expose de nombreux fusils de chasse de modèles divers, et revendique sa part dans les perfectionnements apportés à cette arme, dont sa fabrique de Liège a fourni, depuis plusieurs siècles, des ouvriers habiles à la France, à l'Allemagne et à l'Angleterre. Dans la classe 62 du Groupe IX, on peut juger, par le nombre des exposants et des produits, de l'importance acquise par les distilleries, et principalement par les brasseries en Belgique. Des écoles réputées et des journeaux spéciaux s'occupent de cette industrie.

On constate par les statistiques et les autres documents exposés par la Belgique, dans le Groupe IX, les rendements importants donnés par les mines et la métallurgie. En 1898, le pays a fourni plus de 20 millions de tonnes de charbon, en employant 118 000 ouvriers environ.

Des tableaux suggestifs montrent les revenus de l'industrie métallurgique belge et indiquent la consommation du pays et le chiffre des exportations.

Les tissus de coton et de laine, qui forment l'une des branches principales du commerce belge, sont représentés par de nombreux échantillons et produits variés dans le Groupe XIII.

La Belgique figure dans les seize premiers Groupes de classement des différentes expositions ; elle n'est pas représentée dans les Groupes XVII et XVIII.

## PAYS-BAS

**Pavillons du Trocadéro.** — Les diverses expositions du royaume des Pays-Bas sont réparties dans les différents groupes formant la classification générale de l'Exposition de 1900. La Hollande n'a pas fait construire de Pavillon dans la rue des Nations, mais elle a fait édifier au Trocadéro, à côté du Kremlin russe, une construction originale pour y montrer les différents produits de ses colonies des Indes néerlandaises.

Ce Pavillon principal a voulu rappeler l'ancienne architecture hindou-javanaise, et les deux autres petits pavillons sont bâtis dans le style des habitations de Sumatra. A l'intérieur de ces pavillons sont placées des copies moulées de groupes et de bas-reliefs, qui font bien ressortir l'influence exercée par les Européens sur ces peuples, et le degré d'assimilation auquel ceux-ci sont déjà parvenus.

Des monographies et des statistiques diverses montrent les progrès réalisés au point de vue tant industriel que commercial et agricole. Parmi les divers objets qui sont exposés, on remarque le café, le cacao, le quinquina, des substances végétales alimentaires, des modèles de

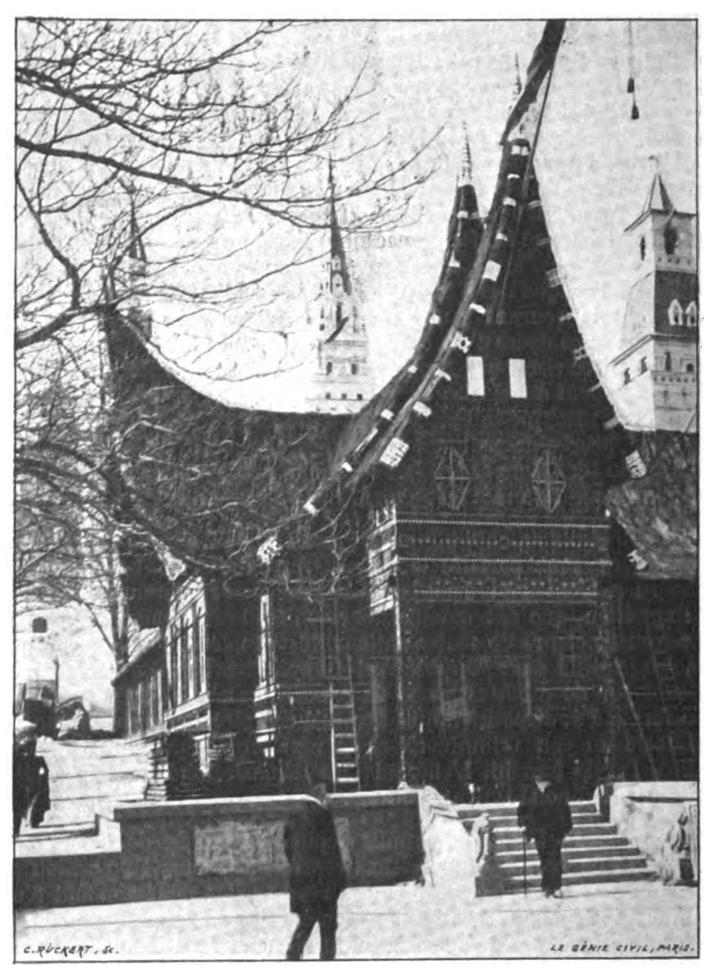


Fig. 2. — Petit pavillon des Indes Néerlandaises, au Trocadéro.

construction, des armes, des objets pour la pêche, en un mot, tout ce qui caractérise la vie sociale de ces peuples.

Les Pays-Bas sont représentés dans tous les groupes de l'Exposition sauf dans le Groupe XVIII.

**Expositions dans les différents groupes.** — Dans le Groupe relatif à l'Enseignement, on a exposé les méthodes diverses employées dans les écoles industrielles, commerciales et techniques, et les différents travaux réalisés dans ces écoles, qui tendent chaque jour à se perfectionner.

Dans les deux autres groupes précités, la Hollande est en bonne place au Palais des Beaux-Arts, où figurent 91 artistes hollandais. De nombreux autres artistes, en gravure et en lithographie, exposent également des œuvres qui attirent l'attention.

Dans le Groupe III, les épreuves de photogravure, de simili-gravure en noir et en couleur, ainsi que l'exposition collective du Cercle de la librairie forment un assemblage des plus variés.

L'importance des constructions mécaniques et à vapeur s'est développée, en Hollande, pendant ces dernières années. Des maisons en renom : Smulders, Smit, etc., fabriquent des appareils divers pour le monde entier. On remarque Groupe IV (Mécanique) une machine horizontale à soupapes compound, à vapeur surchauffée ; des moteurs à gaz et à pétrole ; et divers autres appareils, dont un modèle de moteur à vent à vitesse constante, réglée automatiquement.

Dans l'exposition de l'électricité (Groupe V), se trouvent une grue électrique, dont la puissance est de 10 000 kilogrammes ; un groupe électrogène à tension de 500 volts ; des moteurs électriques, des dynamos, etc.

Des modèles et dessins de travaux publics sont exposés par différents constructeurs et Compagnies dans le Groupe VI (Génie Civil et Moyens de transport). Nous signalerons l'excavateur en fouille entièrement monté de M. et F. Smulders et un modèle de drague aspiratrice refoulante et porteuse de MM. Smit et fils.

Dans la classe 38 (Matériel de la navigation et du commerce), on remarque des appareils de sauvetage, des modèles de steamers, ainsi que ceux du cuirassé *Piet-Hein*, et du croiseur *Gelderland* de 10 000 chevaux, appartenant tous deux à la marine royale néerlandaise.

Citons encore d'autres modèles de paquebots, différents modèles de machines à triple expansion pour bateaux à vapeur ; des modèles de bateaux de sauvetage ; des vêtements également pour sauvetage, et le bateau électrique de MM. Smit et fils.

Les pêcheries constituent un commerce assez considérable en Hollande. L'exposition des engins de la pêche et de ses produits est très variée, ainsi que celle des divers modèles des bateaux employés à cette industrie. Elles ont été organisées par des armateurs des pêcheries néerlandaises.

Dans l'alimentation (classe 55) sont exposés des appareils pour l'industrie sucrière : moulin à broyer la canne, appareil à cuire, pompe à air, cristallisateur avec accessoires, et machine à vapeur; des bières, des liqueurs diverses, des conserves et autres produits pour l'alimentation.

On remarque dans le Groupe XII (Décoration et Mobilier), des ornements divers en fer forgé, des peintures, des vitraux, des modèles de meubles figurant les types anciens et nouveaux, des décors pour tapisseries, des faïences à carreaux artistiques, ainsi que des glaces bombées et biseautées.

Les tissus de laine et de coton ainsi que des échantillons de dentelles, broderies, passementeries, etc., sont également exposés dans le Groupe XIII.

Dans le Groupe des industries chimiques, on a exposé des savons de la Savonnerie royale, dont la production est de 2000 kilogr. par semaine, des goudrons, des acides divers, de la stéarine, de l'oléine, de la glycérine et des échantillons nombreux d'essences, de tabacs, etc.

Des monographies sur la protection de l'enfance ouvrière, des brochures sur la rémunération du travail, des cartes, des photographies et imprimés divers, relatifs aux cités ouvrières, ainsi qu'un modèle d'établissement thérapeutique et des monographies sur l'assistance publique constituent l'exposition du Groupe XVI dans ses différentes classes.

Dans l'exposition du Groupe XVII (Colonisation), de nombreux et curieux documents, déposés au Pavillon néerlandais, permettent de suivre la marche et les progrès réalisés dans les colonies depuis l'occupation de ces contrées par les Pays-Bas.

POITEVIN DE VEYRIÈRE,
*Ingénieur civil.*

## ÉLECTRICITÉ

### LE TÉLÉGRAPHONE POULSEN

A l'Exposition, dans la section danoise (Palais de l'Électricité), figure un petit appareil qui a été imaginé par M. Poulsen, Ingénieur des télégraphes à Copenhague, et qui mérite d'attirer l'attention de tous ceux qui s'intéressent aux progrès du phonographe, du téléphone et du télégraphe.

Cet appareil, appelé généralement *télégraphone* et qui a déjà été signalé dans le *Génie Civil* [1], permet en effet, comme un phonographe, d'enregistrer et de reproduire la parole, mais, tandis que le phonographe ne peut enregistrer que les sons produits dans son voisinage, et ne peut les reproduire que sur place, le télégraphone peut enregistrer des sons produits à distance de l'endroit où il se trouve et il peut, en outre, transmettre ces sons à distance du point où il est placé : c'est ce qui fait que son auteur lui donne également le nom de « téléphonographe ».

On comprend de suite tout l'intérêt que peut présenter cet appareil :

Le téléphone ordinaire a le grand inconvénient de ne pas conserver la trace des communications, de sorte qu'il n'est pas possible de se reporter à des paroles qui ont d'ailleurs été rapidement échangées, et que l'on peut avoir mal comprises. Aussi arrive-t-il qu'un commerçant auquel on a passé un ordre, une commande, hésite souvent à livrer sur un simple avertissement téléphonique, encore plus sujet à contestation qu'un ordre verbal ordinaire. L'appareil Poulsen remédie à cet inconvénient : il enregistre.

Avec le téléphone, il faut être deux pour échanger une communication ; si la personne demandée est absente, il est impossible de lui rien faire parvenir. Avec l'appareil Poulsen, si la personne demandée est absente, le poste d'émission confie au télégraphone d'arrivée la communication, et celui-ci la répète lorsque la personne rentre.

L'appareil pourra même répondre à la personne qui appelle et lui transmettre quelques phrases que la personne appelée a eu soin d'enregistrer avant son départ, comme par exemple : « M. X... (personne appelée et absente) rentrera ce soir, il est allé à tel endroit. »

On voit par ces simples indications, que cet appareil pourra rendre de grands services aux personnes qui font un usage courant du téléphone.

Des considérations de construction ont conduit M. Poulsen à imaginer deux types d'appareils, basés, du reste, sur des principes identiques.

Les uns sont faits pour enregistrer des conversations de courte durée, ne dépassant pas une ou deux minutes ; les autres enregistrent les conversations plus longues [1].

L'appareil qui figure à l'Exposition est de la première catégorie ; c'est cet appareil que nous nous proposons de décrire.

Examinons d'abord le principe de sa construction :

*Principe du télégraphone.* — Le télégraphone est une application du phénomène connu sous le nom de *magnétisme rémanent.*

Pour enregistrer la parole, on dispose dans un circuit téléphonique ordinaire, formé d'une pile à deux ou trois éléments et d'un microphone, un petit électro-aimant. Les vibrations de la voix se traduiront par des variations dans l'intensité du courant de la pile, et l'aimantation aux pôles de l'électro sera soumise à des variations correspondantes. On fait glisser, devant l'un des pôles de l'électro, un fil d'acier. Le fil s'aimantera dans sa partie située exactement en face du pôle et cette aimantation sera soumise aux mêmes variations que le champ de l'électro. Elle sera moins forte que celle d'un fil de fer doux, par suite de la force coercitive de l'acier, mais elle sera durable et ne disparaîtra pas aussitôt comme celle du fer doux. La conversation s'inscrira le long du fil d'acier, sous forme d'une série continue d'aimantations, variables en chaque point.

Si ensuite on fait repasser le fil aimanté devant l'électro, il induira de petits courants analogues aux courants d'émission. Ces courants reproduiront dans le microphone les premiers sons émis.

L'originalité du système consiste dans l'utilisation de l'aimantation du fil d'acier. Cette aimantation se localise très bien, les impressions successives ne se superposent pas et elles subsistent fort longtemps.

*Description de l'appareil.* — L'appareil qui est exposé dans la section danoise, et dont la figure 1 peut donner une idée, est formé d'un

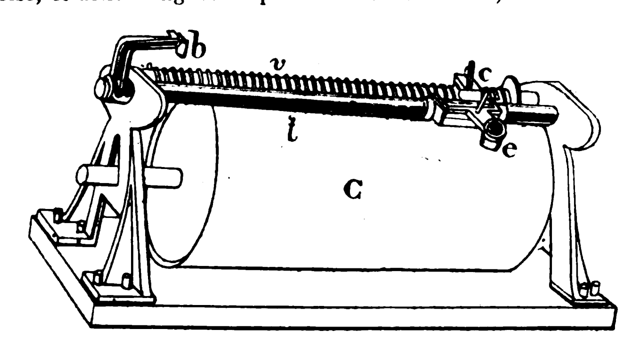



FIG. 1. — Vue schématique d'un télégraphone.

cylindre C de 0m 25 de longueur sur 0m 10 de diamètre. Sur le cylindre est enroulé en hélice un fil d'acier de 0m 001 de diamètre. Il forme corps avec le cylindre. Sa longueur est de 100 mètres.

Le cylindre C tourne autour de son axe. Il est mis en mouvement par un petit moteur électrique à 110 volts, qui lui donne un mouvement de rotation sensiblement uniforme.

Parallèlement à l'axe du cylindre se trouve une tige *t* sur laquelle glisse un petit chariot *c*. Ce chariot supporte l'électro *e*, qui doit se déplacer le long du fil d'acier. Il y en a, en réalité, non pas un, mais deux électros accolés, légèrement inclinés l'un sur l'autre et pinçant le fil à leur pôle commun. Lorsque le cylindre C tourne, le petit électro *e* glisse le long du fil, et le chariot *c* se déplace le long de la tige *t*.

Un taquet *b*, placé à l'extrémité, arrête le chariot à fin de course et l'enclenche avec une vis *v* qui le ramène à sa position initiale.

Pour les transmissions de longue durée, M. Poulsen a un appareil reposant sur les mêmes principes, mais qui diffère du précédent par la longueur du fil enregistreur.

Au lieu d'un seul cylindre portant un fil enroulé à sa surface, ce

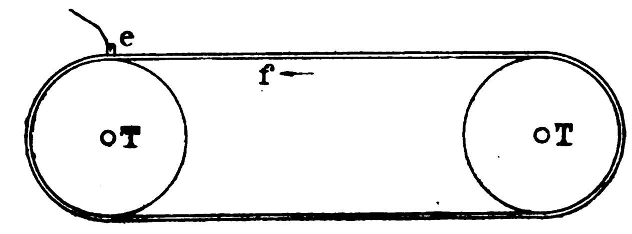



FIG. 2. — Schéma de l'appareil à deux tambours.

même appareil comprend deux tambours TT (fig. 2). Un mince ruban d'acier *f* tendu entre les deux tambours, se déroule de l'un et s'enroule sur l'autre. Il passe, dans l'intervalle, sous le pôle de l'électro-aimant *e* et s'aimante.

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 10, p. 179. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

[1] Deux télégraphones pour l'inscription des messages téléphonés ont été décrits en détail dans l'*Éclairage électrique* (numéro du 16 juin) : le premier est destiné à l'inscription des messages téléphoniques dont la durée est d'au plus une ou deux minutes, l'autre à l'inscription de messages de plus longue durée.

*Emploi du télégraphone.* — Le mode d'emploi de l'appareil Poulsen est des plus simples.

Au moyen d'un commutateur à plusieurs plots, on peut :

1° Mettre l'appareil hors circuit. Le poste téléphonique fonctionne alors comme un poste normal;

2° Mettre l'appareil en circuit fermé avec le microphone du poste. C'est la position que lui donnera l'abonné lorsqu'il voudra lui faire enregistrer quelques phrases;

3° Mettre l'appareil en situation de répéter les paroles enregistrées à tout abonné entrant en communication. L'appel téléphonique du poste anime un conjoncteur formé d'un petit électro. Cet électro attire une tige de fer doux qui ferme le circuit du télégraphone et de la ligne téléphonique.

Il convient de remarquer que, pour effacer une communication inscrite sur un fil, il suffira de faire circuler le fil devant un électro-aimant traversé par un courant continu.

M. Poulsen a imaginé diverses dispositions qui permettent de tirer un parti encore plus avantageux de son appareil.

*Renforcement du son.* — Pour renforcer les sons émis par l'appareil, sons qui peuvent, en effet, ne pas être assez intenses pour les communications à distance, il a proposé deux dispositions :

*a)* La première consiste (fig. 3) à disposer à côté du fil *f* sur lequel l'électro A inscrit les dépêches, un autre fil identique *f'*, parallèle, et se déplaçant avec la même vitesse. On dispose des séries d'électros : *a*, *a'* — *b*, *b'* — *c*, *c'* — etc., comme le montre la figure 3, *a* et *a'* sont identiques, et sont disposés en série, de même *b* et *b'*, etc. Les aimantations inscrites par A, sur *f*, passeront devant *a*, et y feront naître des courants induits. Ces courants traverseront *a'* et déposeront sur *f'* des aimantations identiques à celle de *f*. Les électro *b* et *b'* vont fonctionner de la même façon, et *b'* inscrira sur *f'* des aimantations qui viendront se superposer exactement à celles que *a'* a déjà inscrites. De même façon *c* et *c'*, etc. Les aimantations finales sur *f'* seront ainsi très multipliées, et le récepteur R sera fortement influencé.

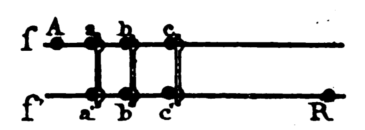



Fig. 3. — Dispositif pour le renforcement du son.

*b)* Un deuxième dispositif repose sur un principe différent. On fait simplement varier la vitesse de déplacement du fil devant l'électro-aimant récepteur. Avec une vitesse plus grande, la force électromotrice des courants induits est plus forte, et les vibrations de la plaque téléphonique plus intenses. Mais, par contre, l'allure de la conversation est plus rapide et il se pourrait que celle-ci fût moins nette.

M. Poulsen a recherché enfin diverses dispositions permettant d'utiliser un même fil pour plusieurs transmissions. La disposition adoptée pour l'emploi à deux transmissions est particulièrement simple. Elle consiste à disposer en face du fil, deux électros en série, l'un derrière l'autre, dont on peut inverser les connexions.

G. Briand,
*Ancien élève de l'École Polytechnique.*

## VARIÉTÉS

### Commande électrique des métiers à tisser.

Les applications de l'électricité pour les transports de force dans les ateliers et l'emploi de petits moteurs indépendants actionnant chacun un appareil ou une machine-outil, tendent à se généraliser dans l'industrie.

Parmi les exemples que l'on peut voir à l'Exposition de 1900, il nous paraît intéressant de signaler quelques dispositifs adoptés par la Vereinigte Electricitäts-Actien-Gesellschaft, de Vienne et Budapest, pour l'application de moteurs triphasés de faible puissance à la commande des métiers à tisser.

Pour cette application particulière, exigeant une marche sûre et régulière, l'emploi de ces moteurs se justifie par la simplicité même de leur construction ; ils ne présentent, en effet, ni anneau de contact, ni collecteur, ni balais ; leurs enroulements sont isolés avec soin ; ils sont protégés par une armature entièrement close et peuvent être pourvus de graisseurs à anneaux.

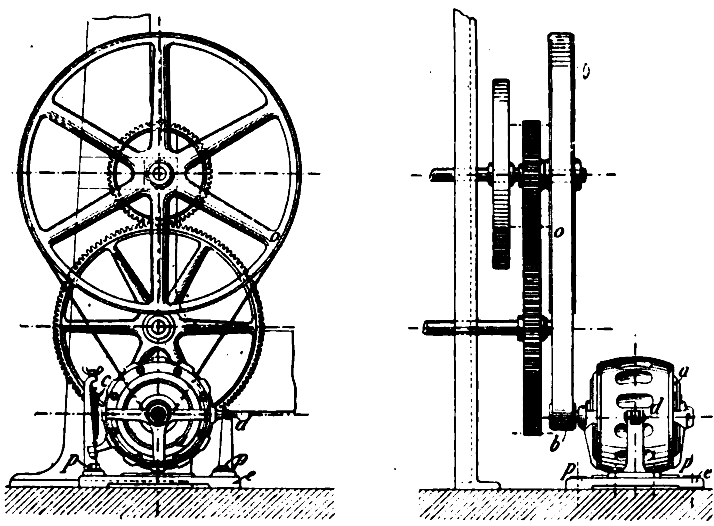


Fig. 1. — Élévation. Fig. 2. — Vue de côté.

Fig. 1 et 2. — Disposition du moteur dans le cas d'une transmission par courroie.

L'emploi de moteurs électriques pour la commande directe des métiers à tisser présente cependant quelque difficulté ; ces métiers doivent fonctionner à des vitesses différentes, suivant la nature du travail, et il faut pouvoir disposer la commande par courroie ou par engrenages de façon que ces changements de vitesse puissent être effectués rapidement.

Dans le cas d'une commande par courroie (fig. 1 et 2) le moteur électrique *a* prend appui sur un châssis en bois rectangulaire, fixé au sol sans fondations, au moyen de quatre boulons *p*. Sur l'un des petits côtés de ce châssis se fixe un support métallique vertical, à l'extrémité supérieure duquel repose l'armature du moteur électrique, au moyen d'un boulon *d*. Un puissant ressort à boudin *c*, s'attachant à un second support, permet de soutenir élastiquement le moteur au-dessus de son châssis d'appui. La poulie *b* du moteur est disposée au-dessous de la poulie de commande *o* du métier.

S'il est nécessaire de changer la nature du travail et, par suite, la vitesse du métier, il suffit, en conservant la même courroie, de changer la petite poulie calée sur l'arbre du moteur, ce qui s'effectue rapidement. Par suite de la suspension élastique du moteur, la variation de diamètre de sa poulie est compensée par un simple allongement ou raccourcissement du ressort à boudin, la courroie restant toujours convenablement tendue.

Dans cette installation, le moteur se trouve à l'intérieur de la projection d'encombrement en plan du métier à tisser et, par suite, ne nécessite aucun emplacement spécial.

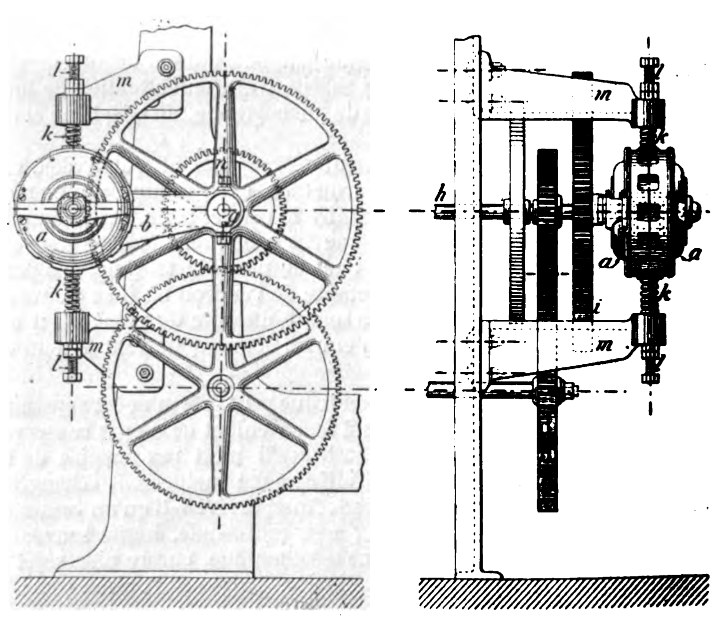


Fig. 3. — Élévation. Fig. 4. — Vue de côté.

Fig. 3 et 4. — Disposition du moteur dans le cas d'une transmission par engrenages.

Une disposition analogue permet les changements de vitesse rapides, dans le cas où la commande se fait par engrenages (fig. 3 et 4). Dans ce cas le moteur *a* est suspendu au bâti du métier à tisser au moyen de deux consoles en fonte *m* et de deux forts ressorts à boudin *k*, réglables au moyen de tiges filetées *l*. Une flasque *f* relie, de plus, l'armature du moteur au premier arbre de transmission du métier à tisser, sur lequel elle est montée folle à l'une de ses extrémités. Cette flasque forme à cette extrémité une sorte de collier, dans lequel se loge un disque *g*, excentré par rapport à l'arbre qui le traverse. Ce disque est fixé à son collier dans une position quelconque, au moyen d'une vis de réglage *n*, terminée à sa partie inférieure par un cône.

Pour un rapport déterminé entre le rayon du pignon denté du moteur et celui de l'engrenage calé sur l'arbre de transmission, la

distance des axes peut être maintenue fixe par un calage convenable du disque excentré, les dents des engrenages restant en prise. Si, pour faire varier la vitesse de marche du métier, on change encore dans ce cas le pignon du moteur, suivant que le rayon du nouveau pignon est plus grand ou plus petit que celui du précédent, il suffit de faire tourner plus ou moins le disque excentré *g* dans son collier, pour faire varier d'une façon correspondante la distance des axes de l'arbre de transmission et du moteur; la vis de réglage permet de fixer ce disque dans sa nouvelle position.

La mise en marche du moteur, dans l'une et l'autre des dispositions précédentes, s'obtient au moyen d'un petit commutateur placé dans le voisinage, au-dessous d'une petite boite en fer où sont placés les plombs fusibles. L'ouvrier agit sur ce commutateur au moyen d'un levier disposé à portée de sa main, comme dans tous les métiers à tisser. Le moteur peut s'arrêter automatiquement chaque fois qu'un fil cassé nécessite un arrêt du métier.

Les dispositifs précédents permettent d'actionner très simplement des métiers disposés en divers points d'une fabrique ou d'une salle au moyen d'une même source d'énergie, qui peut servir également, par exemple, à l'éclairage des ateliers. L'emploi de petits moteurs indépendants permettra, entre autres avantages, dans l'avenir, de construire les ateliers plus légèrement, car les colonnes et les poutres de la toiture n'auront plus à supporter de lourdes transmissions.

La dépense d'énergie est moindre, car le rendement des transmissions ordinaires décroît rapidement avec le nombre de paliers d'arbres intermédiaires et de courroies, et la force absorbée par les résistances passives est considérable même dans la marche à vide. Cette dernière particularité a son importance dans les installations de tissage où l'on a toujours 20 à 25 °/₀ des métiers à tisser arrêtés, pendant les apprêts.

### Du rôle de la Géologie dans l'Industrie minérale, l'Agriculture et les Travaux publics.

En ouvrant la séance de la dernière Assemblée générale de l'Association des anciens Élèves de l'École supérieure des Mines, son Président, M. E. Nivoit, Professeur du cours de Géologie et de Minéralogie à l'École des Ponts et Chaussées, a prononcé un très intéressant discours dont les lecteurs du *Génie Civil* seront heureux de retrouver ici les passages les plus saillants. Dans cette allocution familière et humoristique, notre éminent collaborateur a su, en effet, en quelques mots, faire justice des railleries dont la Géologie a été trop souvent l'objet et rappeler les services rendus par cette science à l'Industrie minérale, à l'Agriculture et aux Travaux publics :

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

A la base de l'industrie minérale, se trouve la Géologie. Vous ne vous étonnerez pas que, dans cette allocution familière, je vienne vous parler de ce que je connais le moins mal en portant mes regards vers cette science, si essentielle pour l'Ingénieur des mines et à laquelle il me semble qu'on ne rend pas toujours la justice qu'elle mérite.

La Géologie n'est pas, comme on l'a dit avec malice, l'art de ramasser des cailloux ou des petites bêtes et de les injurier en latin; c'est là une boutade amusante, dont il n'y a qu'à rire, et que je ne prendrai pas la peine de réfuter.

On a porté contre elle des accusations plus graves. On a avancé qu'elle avait été au moins aussi nuisible qu'utile aux progrès de l'industrie, qu'elle avait provoqué bien des recherches infructueuses entraînant d'énormes dépenses, qu'elle avait souvent retardé la découverte de matières utiles. On a cité l'exemple des nodules phosphatés des sables verts, qui ont été pris longtemps pour des rognons silicéo-ferrugineux sans valeur; celui du petit gisement houiller d'Hardinghen, dont on avait méconnu la position stratigraphique, ce qui a reculé la découverte du prolongement du bassin de Valenciennes; celui du minerai de fer liasique de la Lorraine, que l'on considérait comme une formation de rivage, tandis qu'il s'étend en profondeur jusqu'à une limite inconnue. Que sais-je encore?

Ces méfaits sont exacts; j'aurais mauvaise grâce à ne pas le reconnaître. Mais je proteste quand on les impute à la science, car elle ne peut pas se tromper. Ce sont ses interprètes qui sont les vrais coupables; ils ont péché, soit pour s'être contentés de données incomplètes, soit pour avoir mis leur confiance dans des hypothèses hasardées.

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

On s'est aperçu enfin que l'agriculture a tout à perdre en se confinant dans l'empirisme; qu'elle est, au contraire, un art très complexe qui ne peut que bénéficier des progrès de la science. La terre arable n'est-elle pas une vaste usine à laquelle on livre des matières premières sous forme de graines, d'engrais, d'amendements, pour en retirer des produits alimentaires ou des substances destinées à subir des transformations ultérieures?

La connaissance du milieu dans lequel se font ces opérations, son origine et ses relations avec le sous-sol, les gîtes d'amendement et d'engrais minéraux, autant de questions qui relèvent de la géologie et sur lesquelles vous pourrez donner les plus utiles conseils aux agriculteurs.

Nous ne sommes plus au temps où, en matière de travaux publics, on professait un certain scepticisme à l'égard de la Géologie, où l'on répétait volontiers ce mot d'un grand Ingénieur de chemins de fer : « Il n'y a que deux sortes de terrains, ceux qui tiennent et ceux qui fichent le camp ».

Les constructeurs sont bien revenus de cette définition un peu trop simpliste. Ils n'ont plus ce beau dédain de la connaissance géologique du sol, et c'est avec plaisir que je faisais cette constatation en entendant le vénérable doyen du corps des Ponts et Chaussées, qui porte allègrement ses 96 ans, M. Parandier, me dire un jour : « La crainte du lias est le commencement de la sagesse ».

Vous éviterez de cruels mécomptes aux Ingénieurs appelés à construire des chemins de fer, des canaux, des ports maritimes, aux architectes qui ont à faire des sous-sols ou des fondations importantes, en les éclairant sur la nature des terrains qu'ils auront à traverser, sur les matériaux de construction qu'ils pourront y rencontrer, sur les difficultés auxquelles il leur faudra faire face.

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### Électro-galvanisation des tubes de chaudières.

On emploie actuellement, sur une grande échelle, l'électro-galvanisation pour la protection des tubes de chaudières. L'Amirauté anglaise, entre autres, a spécifié que tous les tubes de chaudières devraient être recouverts extérieurement d'une couche de zinc correspondant à 4 grammes par décimètre carré, et que les tubes d'économiseurs devraient être recouverts de cette même couche extérieurement et intérieurement.

A ce propos, il nous semble intéressant d'emprunter à l'*Engineering* la description d'une usine qui vient d'être récemment installée à Tegel, près Berlin, pour l'électro-galvanisation de tubes de chaudières, comme ceux des chaudières Thornycroft et Yarrow à tubes d'eau.

La dynamo génératrice du courant peut débiter 3000 ampères à 6 volts, elle est accouplée directement à un moteur triphasé, actionnant par poulies et courroie un petit compresseur d'air, qui sert à assurer la circulation de l'électrolyte. Le courant électrique est amené au bac de dépôt au moyen de barres de cuivre. Le tableau de distribution

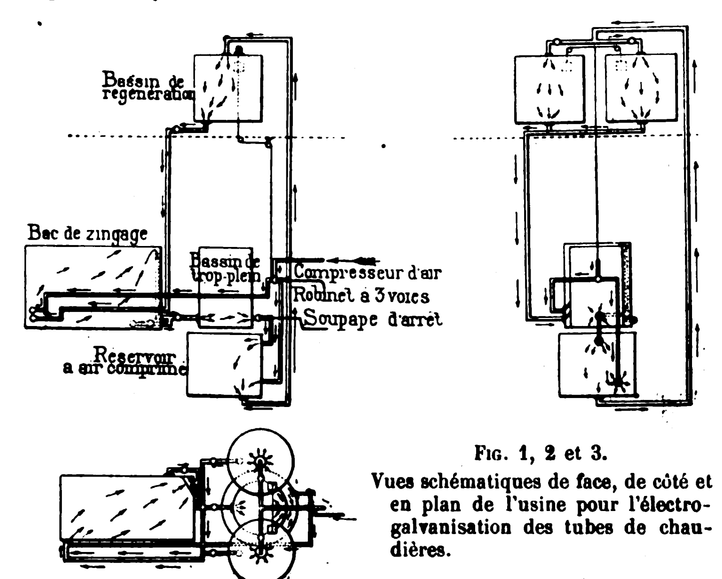



Fig. 1, 2 et 3. Vues schématiques de face, de côté et en plan de l'usine pour l'électro-galvanisation des tubes de chaudières.

porte un ampèremètre, un voltmètre et l'interrupteur principal; l'emploi d'une résistance a été jugé inutile.

La circulation de l'électrolyte s'effectue de la façon suivante (fig. 1, 2 et 3) : La solution acide tombe, en franchissant un déversoir en bois, placé dans l'un des angles du bac de zingage dans un réservoir de trop-plein, d'où elle s'écoule dans le réservoir à air comprimé. Lorsque l'on refoule de l'air dans celui-ci, la solution se trouve chassée dans un bassin de régénération placé à la partie supérieure. Une soupape d'arrêt, ne s'ouvrant que dans un seul sens, est placée sur le tuyau qui relie le réservoir de trop-plein au réservoir à air comprimé, afin d'empêcher l'air de s'échapper par le bac de zingage.

L'alimentation d'air du réservoir à air comprimé se règle au moyen d'un robinet à trois voies, actionné par un flotteur placé dans le bassin de régénération, de telle sorte que, lorsque l'air ne peut plus pénétrer dans le réservoir d'air comprimé, il se trouve refoulé à travers la solution du bac de zingage, qu'il maintient ainsi en état d'agitation.

Du zinc en poudre est placé dans le bassin de régénération, sur un grillage en bois recouvert de fibre de noix de coco, mélangée de coke finement divisé ou de sable, de façon à constituer une couche filtrante qui, en même temps, régénère l'électrolyte. Celle-ci régénérée retourne alors au bac de zingage, où elle pénètre à la partie inférieure dans l'angle opposé à celui où elle a quitté ce bassin.

L'électrolyte contient 220 grammes de sulfate de zinc cristallisé, par litre d'eau. Dans la pratique, on a reconnu qu'il était très important de maintenir la solution légèrement acide, sinon la couche de zinc n'est pas adhérente et a tendance à former des ampoules. La meilleure proportion d'acide sulfurique libre est d'environ 60 grammes par litre d'eau. On détermine rapidement la quantité d'acide libre dans la solution au moyen de capsules de gélatine contenant une quantité connue d'alcali. On ajoute alors une petite quantité de solution de tournesol et, si l'on obtient une coloration rose, c'est qu'il y a plus de 60 grammes d'acide libre par litre; si, au contraire, on obtient une coloration violette, c'est que la solution en contient moins de 60 grammes.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 17 septembre 1900.*

**Chimie organique.** — *Remarques relatives à la décomposition des éthers nitriques et de la nitroglycérine par les alcalis et à la stabilité relative des matières explosives*, par M. BERTHELOT.

Les éthers, en général, sont décomposés par les alcalis hydratés avec régénération de l'acide et de l'alcool qui les ont engendrés. Cependant les éthers nitriques offrent à cet égard certaines exceptions. Ainsi, M. Berthelot a observé que les éthers nitriques traités par des solutions alcalines concentrées peuvent régénérer les éthers méthylique et éthylique, au lieu des alcools correspondants.

En opérant avec de l'éther éthylnitrique pur, rectifié à point fixe, et de la potasse solide, renfermés ensemble dans un tube à 100°, il a observé qu'il se forme en abondance une matière brune et humique, semblable aux produits de l'aldéhyde traité par la potasse. Cette formation ne saurait avoir lieu, d'ailleurs, par le fait d'une simple régénération d'alcool, composé que la potasse solide n'attaque pas à 100°. En définitive, la réaction génératrice d'aldéhyde aurait donc été accomplie, non dans la préparation de l'éther nitrique, mais dans sa décomposition, un atome d'oxygène de l'acide nitrique, ou plutôt du nitrate de potasse, qui devait prendre naissance, s'étant porté sur l'alcool en fournissant du nitrile de potasse et de l'aldéhyde.

Cette réaction dégage plus de chaleur qu'une simple régénération d'alcool, soit $+ 22^{cal},5$ en plus, le calcul étant fait pour des liqueurs étendues et, par conséquent, un chiffre notablement plus fort, en raison de l'état solide de la potasse et de la polymérisation de l'aldéhyde. Ce sont là des circonstances très caractéristiques.

Des phénomènes analogues et plus caractéristiques encore, parce qu'ils se passent dans des liqueurs plus étendues, ont été observés avec les éthers nitriques des alcools polyatomiques, notamment avec la nitroglycérine. En effet, elle régénère sous l'influence de la potasse, en même temps que de l'azotate de potasse, une dose plus ou moins considérable d'azotite de potasse. Or, si la régénération de l'acide azotique correspond à celle de la glycérine, celle de l'acide azoteux implique la formation simultanée d'un produit différent et plus oxydé, tel qu'un aldéhyde ou ses dérivés.

Il y a deux manières de concevoir la réaction suivant que l'on suppose la formation de l'aldéhyde accomplie dans la préparation initiale de la nitroglycérine, ou seulement dans sa destruction par les alcalis, et il est possible que ces deux interprétations soient vraies simultanément pour un même échantillon.

Les intéressantes observations de M. Léo Vignon sur les nitrocelluloses (1) jettent sur ces réactions une lumière nouvelle.

Cet ordre de phénomènes offre d'ailleurs un intérêt spécial pour l'étude de la stabilité et de la conservation des matières explosives constituées par la nitroglycérine, la nitromannite et les autres dérivés nitriques.

Dans le cas où certains échantillons de ces dérivés nitriques, de la nitroglycérine, par exemple, renfermeraient dans les conditions de leur préparation des doses plus ou moins fortes de dérivés azoteux et aldéhydiques, il est clair que de semblables échantillons auraient une stabilité moindre que les échantillons exempts d'un tel mélange.

Or, un tel accident est surtout à craindre si l'on emploie dans les préparations un acide renfermant des vapeurs nitreuses.

Une semblable impureté ne serait guère accusée par les méthodes d'analyse des composés nitriques le plus souvent usités aujourd'hui, lesquelles consistent à déterminer la dose de bioxyde d'azote régénérée dans leur réduction : cette dose, en effet, sera sensiblement la même pour le composé nitrique, pur ou mélangé avec un dérivé nitrosé.

**Chimie organique.** — *Action de l'iode et de l'oxyde jaune de mercure sur : 1° le styrolène ; 2° le safrol.* Note de M. J. BOUGAULT.

M. J. Bougault a fait antérieurement des expériences sur l'action de l'iode et de l'oxyde jaune de mercure sur l'anéthol, l'isosafrol, etc. ; il étudie aujourd'hui l'action des mêmes agents sur des composés voisins, à fonction éthylénique, tels que le styrolène et le safrol.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 21, p. 383. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

**Chimie organique.** — *Sur la réduction des nitrocelluloses.* Note de M. Léo VIGNON.

M. L. Vignon a démontré, dans une communication précédente (1), qu'en nitrant totalement ou partiellement la cellulose, on obtenait non pas des nitrocelluloses, mais des nitrooxycelluloses. Il était intéressant, dès lors, de reprendre l'étude de la réduction de ces composés, et de rechercher comment se comportaient, sous l'influence des divers réducteurs, les groupes $AzO^3$ et le groupe aldéhydique CHO, caractéristique des dérivés oxycellulosiques.

L'auteur a expérimenté avec le chlorure ferreux et avec le sulfure d'ammonium, et il a constaté les résultats suivants :

Les celluloses nitrées réduites par $FeCl^2$ sont transformées en oxycelluloses. Les celluloses nitrées traitées par le sulfure d'ammonium donnent de la cellulose ou de l'hydrocellulose ne possédant pas de pouvoir réducteur. Cette différence d'action peut s'expliquer par ce fait que, dans le premier cas, la réduction s'effectue en milieu acide, en donnant des produits de réaction oxydants ($Fe^2Cl^6$, $AzO^3$), tandis qu'avec le sulfure d'ammonium on opère en milieu alcalin, les produits de réaction [$(AzH^4)^2SO^4$, $AzH^4AzO^3$] étant dénués de propriétés oxydantes.

Ces résultats confirment les conclusions établies précédemment, à savoir que les celluloses nitrées doivent être envisagées comme des dérivés de l'oxycellulose.

**Physique.** — *Sur les déformations de contact des corps élastiques.* Note de M. A. LAFAY, présentée par M. A. Cornu.

L'emploi des comparateurs automatiques ou des combinaisons optiques récemment étudiées par MM. Perot et Fabry, permettant de procéder actuellement avec une très grande précision à la comparaison des *étalons à bouts*, il était intéressant de se rendre compte, par des mesures directes, de l'ordre de grandeur des déformations dues aux pressions inévitables que l'on exerce sur les extrémités arrondies de ces étalons lorsqu'on veut les utiliser.

C'est dans ce but que M. A. Lafay a entrepris un certain nombre d'expériences sur les déformations de contact des corps élastiques, en employant, pour effectuer les mesures, des dispositifs optiques analogues à l'appareil classique institué par Fizeau pour l'étude de la dilatation des cristaux. Ses recherches ont porté principalement sur le bronze et l'acier.

Les rayons des sphères constituant les arrondis ont varié entre 5 et 250 millimètres, et l'effort de compression, servant à produire les déformations, a reçu diverses valeurs comprises entre $3^{kg},700$ et quelques grammes.

La plupart des expériences ont eu pour but la détermination de l'affaissement, sous charges variables, d'un corps sphérique pressé contre un plan, mais l'auteur a également exécuté des mesures relatives au rapprochement de deux sphères comprimées l'une contre l'autre.

G. H.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 21, p. 383. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Le développement des chemins de fer dans les divers pays.** — Les *Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, des 15 août et 1er septembre, publient une longue étude de M. VON MÜHLENFELS relative au développement des chemins de fer dans les divers pays et à l'influence qu'ont eue sur lui le génie propre de chacun des peuples et la situation géographique des pays eux-mêmes.

En Allemagne, les chemins de fer se sont développés rapidement, en ces dernières années, parallèlement au développement considérable de l'industrie. Il n'existe pas de centre de rayonnement unique ; aux diverses capitales des États confédérés, aux centres industriels importants correspondent autant de faisceaux de lignes convergentes. Ces divers réseaux se réunissent les uns aux autres pour former un tout homogène, sous le contrôle direct de l'État, pour assurer, le cas échéant, une mobilisation rapide et rationnelle des forces militaires. Les voyages nombreux étant, d'autre part, entrés dans les habitudes du peuple, de grands efforts ont été tentés pour assurer le confort des voyageurs de condition modeste.

En France, au contraire, où les petits employés, les ouvriers et les paysans voyagent peu, les aménagements des voitures qui leur sont affectées n'ont fait l'objet que d'études insuffisantes. Toutes les lignes viennent converger à Paris, résultat du système de centralisation à outrance. Tandis qu'autour de ce point central les lignes sont nombreuses, elles diminuent à mesure qu'elles s'en éloignent et de nombreuses localités en sont dépourvues qui seraient cependant susceptibles d'un certain développement.

En Angleterre, les diverses lignes divergent autour de quelques centres industriels, vers les ports nombreux du littoral. Dans ce pays essentiellement commerçant, tous les efforts tendent à assurer le transport rapide des marchandises ; les horaires des trains de voyageurs s'en ressentent et les vitesses des trains ne croissent pas en proportion de celles des chemins de fer continentaux.

Cette étude comporte un certain nombre de considérations analogues sur divers autres pays ; elle contient notamment une vive critique de la disposition des gares françaises et du matériel roulant des diverses Compagnies. L'auteur reconnaît cependant que, pour la vitesse des trains, les chemins de fer français ont une indéniable supériorité. Aux chemins de fer américains, l'auteur reproche surtout l'établissement défectueux des voies, l'absence de toute méthode dans l'établissement des horaires et les vitesses parfois inconsidérées d'où résultent des catastrophes, par suite de l'absence de tout appareil de sécurité.

**Statistique des voies ferrées, sur le globe.** — Le *Stahl und Eisen*, du 1er septembre, évalue la longueur des voies ferrées dans le monde entier. Il montre quel a été son accroissement en ces dernières années et, pour chaque pays, il indique le rapport existant entre la longueur des lignes exploitées, l'étendue du pays et le chiffre de la population.

Cette étude peut être résumée de la façon suivante :

| Années. | Longueur totale des lignes. | Augmentation par rapport à l'année précédente. | |
|---|---|---|---|
| — | — | | |
| | kilom. | en kilom. | °/° |
| 1890 | 615 927 | 19 843 | 3.3 |
| 1891 | 635 891 | 19 964 | 3.2 |
| 1892 | 654 528 | 18 637 | 2,8 |
| 1893 | 671 893 | 17 365 | 2,6 |
| 1894 | 687 505 | 15 612 | 2,3 |
| 1895 | 700 631 | 13 126 | 1.9 |
| 1896 | 716 393 | 15 762 | 2,2 |
| 1897 | 733 789 | 17 396 | 2.5 |
| 1898 | 752 472 | 18 683 | 2.5 |

Comparant, notamment, les périodes 1894 à 1898 et 1893 à 1897, l'auteur montre que la première présente sur la seconde les différences suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Allemagne . . . . | + 824 kil. | France . . . | — 261 kil. |
| Autriche-Hongrie . | + 567 — | Angleterre . | — 199 — |
| États-Unis . . . . | + 889 — | Canada . . . | — 426 — |
| Indes orientales anglaises . . . . . | + 950 — | | |

En considérant la longueur des lignes européennes, soit 248 235 kilom., l'auteur montre que le capital d'établissement est d'environ 90 milliards, soit, en moyenne, 363 000 francs par kilomètre. En admettant la même proportion pour les chemins de fer du monde entier, le capital total s'élèverait à 185 milliards.

**Des frais d'exploitation d'une ligne de chemin de fer.** — Dans la *Zeitschrift für Architektur- und Ingenieur-Wesen* (1900, fascicule 3), M. RÜHLE VON LILIENSTERN fait une courte étude des conditions d'exploitation des chemins de fer et des frais qui doivent entrer en ligne de compte dans les évaluations de dépenses des Compagnies exploitantes. Il établit une formule générale qui permet d'obtenir approximativement ces frais, par tonne-kilomètre, en tenant compte des dépenses en charbon, en eau, en matière lubrifiante, du tonnage des trains, des salaires à payer aux divers employés, des particularités du tracé et du coefficient de résistance au roulement de la voie. Il fait ressortir l'intérêt qui s'attache à l'emploi de sa formule, pour les devis préliminaires d'établissement d'une voie ferrée et, sur les lignes existantes, pour la confection des tableaux de marche des trains.



### CHIMIE INDUSTRIELLE

**L'industrie du soufre en Italie.** — La *Zeitschrift für angewande Chemie*, du 21 août, donne quelques renseignements intéressants sur l'industrie du soufre en Italie.

La Sicile est, sans conteste, le pays possédant le plus de soufre. Ce produit appartient au propriétaire du terrain, ce qui fait qu'il existe une foule de petites exploitations ne possédant pas les capitaux nécessaires pour améliorer le procédé d'extraction. Il y a actuellement cinq cents mines de soufre exploitées.

La production est, en moyenne, de 400 000 tonnes (de 1 016$^{kg}$047), par an. De 1881 à 1885, il a été extrait 800 000 tonnes, et de 1885 à 1892, 2 400 000 tonnes. La réserve en soufre peut être évaluée à 65 000 000 de tonnes.

Les minerais sont plus ou moins riches; on en trouve qui contiennent jusqu'à 70 °/ₒ de soufre. On considère comme très riches, des minerais à 30 ou 40 °/ₒ; comme riches, ceux à 25-30 °/ₒ, et comme moyens, ceux à 20-25 °/ₒ. Les premiers donnent 20 à 25 °/ₒ de soufre commercial; les deuxièmes, 15 à 20 °/ₒ, et les moyens, 10 à 15 °/ₒ.

Pour extraire le soufre, on n'emploie plus le procédé des calcaroni que dans quelques endroits; le procédé à la vapeur d'eau est généralement usité. Pour utiliser les minerais pauvres en soufre et les déchets, on a créé des fabriques d'acide sulfurique.

Les autres pays producteurs de soufre sont : la Romagne, où l'on procède par distillation et non par fusion; la Grèce, dont la production est insignifiante; le Mexique, où la production du soufre est peu importante; le Japon qui possède un minerai très riche (50 à 90 °/ₒ de soufre) et dont la production a été de 26 000 tonnes en 1890; les États-Unis, qui en produisent très peu.

Le tableau suivant résume l'état de l'industrie du soufre en Italie :

| Années. | Italie totale. — Tonnes | Sicile. — Tonnes |
|---|---|---|
| 1891. . . . . . . | 395.000 | 347.500 |
| 1892. . . . . . . | 418.535 | 374.300 |
| 1893. . . . . . . | 417.611 | 374.800 |
| 1894. . . . . . . | 405.000 | 328.000 |
| 1895. . . . . . . | 385.000 | 347.000 |
| 1896. . . . . . . | 426.000 | 396.000 |
| 1897. . . . . . . | 499.000 | 410.500 |
| 1898. . . . . . . | 488.000 | 447.000 |

### ÉLECTRICITÉ

**Les installations électriques du polygone d'essai de la marine, à Indian Head (États-Unis).** — C'est au commencement de cette année que la Marine des États-Unis a commencé la fabrication de la poudre sans fumée dans ses nouveaux ateliers d'Indian Head. Environ 16 kilom. carrés de terrains bas situés sur les bords du Potomac, loin de toute habitation, ont été aménagés pour servir à la fabrication et aux essais du matériel de guerre. Les travaux d'exécution des bâtiments ont duré près de deux ans; ceux-ci sont maintenant pourvus de leurs machines, qui occupent 1 200 ouvriers. Les bâtiments sont au nombre de 25 et on y produit, par jour, près de 1 000 kilogr. de poudre sans fumée.

Les diverses sections de l'usine couvrent une vaste étendue de terrain jusqu'à 6$^{km}$5 du Potomac. Le but que l'on s'est proposé, en effet, a été d'espacer les divers bâtiments, de façon à réduire les risques d'explosion. On a été ainsi amené à employer l'électricité, non seulement pour commander les machines contenues dans les divers bâtiments et pour assurer l'éclairage de ces derniers et de tout le polygone, mais encore pour actionner un tramway à trolley qui relie les divers bâtiments et sert à transporter de place en place les produits successifs de la fabrication jusqu'à leur achèvement complet.

L'*Electrical World*, du 25 août, donne la description de cette installation. La station centrale contient trois dynamos génératrices Westinghouse : deux de 250 kilowatts et une de 75 kilowatts. Chacune d'elles est accouplée directement à la machine à vapeur qui la commande. Les génératrices de 250 kilowatts sont à double courant; elles donnent par leur commutateur, du courant continu à 550 volts et, par leurs anneaux collecteurs, du courant alternatif diphasé à environ 400 volts et 3 600 alternations. La génératrice de 75 kilowatts est à simple courant, alternatif, diphasé, de même voltage et de même fréquence que celui des machines précédentes. Ces trois génératrices sont excitées par des excitatrices Westinghouse de 7,5 kilowatts. Un transformateur de 18,75 kilowatts élève le voltage du courant alternatif à 1 100 volts, pour l'éclairage de bâtiments adjacents, situés hors du polygone.

Cette installation électrique est probablement l'une de celles qui présentent le plus de souplesse; la charge y est, en effet, constamment variable, non seulement comme quantité, mais encore comme nature du courant; aussi les génératrices à double courant sont-elles particulièrement bien appropriées à ce service. L'auteur en fait ressortir tous les avantages. Il décrit ensuite le tableau de distribution, et le mode d'emploi des électromoteurs dans les différents ateliers.

Enfin il donne une description détaillée d'une section de la ligne de tramway électrique, où l'on a été amené à employer le système de traction à contacts superficiels, tandis que les deux extrémités de la ligne sont à trolley aérien. Cette partie intermédiaire, dont la longueur est de 800 à 900 mètres, se trouve, en effet, sur la trajectoire des projectiles tirés au polygone, et des fils aériens se seraient trouvés constamment exposés à être brisés. Le *Génie Civil* a d'ailleurs déjà donné (1) la description de cette section, qui est pourvue du système électromagnétique Westinghouse à contacts superficiels.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV n° 16, p. 266.

### ÉTUDES ÉCONOMIQUES

**Des associations coopératives dans la Prusse rhénane.** — M. Maurice Block analyse, dans l'*Économiste français* du 8 septembre 1900, une conférence faite par M. Havenstein, à la soixante-sixième réunion de l'Association générale agricole de la Prusse rhénane, au sujet des anciennes et des nouvelles Associations coopératives dans cette région.

Le conférencier y donne d'intéressants détails sur les transformations subies par l'esprit d'association, depuis l'époque féodale jusqu'à nos jours. Il y rappelle l'apparition, il y a une cinquantaine d'années, des premières manifestations de ce genre, sous la forme des moulins et des fours communaux, ainsi que des *Gehöferschaften* ou Association de paysans possédant en commun un ensemble de terres et de bois.

L'association agricole actuelle, prospère et bienfaisante, grâce à son abstention de toute agitation politique ou religieuse, comprend des groupements très variés : caisses de prêts, sociétés de vente et d'achat, associations de vignerons, fromageries, meuneries, boulangeries, etc. La province rhénane comprend actuellement 1 450 syndicats ruraux enregistrés, dont 1 220 environ font partie de 4 groupements, les autres restant en dehors des groupes. On compte, en outre, un nombre considérable d'associations d'artisans et autres, assez indépendantes les unes des autres.

M. Havenstein conseille la fusion de ces fondations, dont la concurrence, souvent acharnée, nuit au bien commun. Il donne également d'utiles conseils aux syndicats de crédit, sur la façon de répartir leurs prêts, faisant entrer en ligne de compte la valeur personnelle de l'emprunteur, ainsi que les mesures à prendre pour garantir ces prêts; ces mesures ne doivent pas être considérées comme une atteinte à la liberté et à l'indépendance de l'associé, mais comme des mesures de précaution devant lui être aussi utiles qu'à l'association.

D'après lui, ces institutions ne doivent pas seulement se multiplier, mais se perfectionner et devenir plus efficaces.

### HYDRAULIQUE

**Étude sur la corrélation entre la configuration du lit et la profondeur du chenal dans l'Escaut maritime.** — De nombreux projets ont été proposés pour l'extension du port d'Anvers et au cours des discussions auxquelles ils ont donné lieu, la question s'est posée de savoir si, sur l'Escaut maritime, il existe entre les profondeurs du chenal et la forme du lit, des relations analogues à celles qui ont été constatées sur d'autres rivières. M. Fargue, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite, consulté à ce sujet, a étudié le problème ; il publie, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1er trimestre 1900), les résultats de ses recherches qui intéresseront sûrement les Ingénieurs s'occupant d'hydraulique fluviale.

Le chenal de l'Escaut maritime, de même que celui de la Garonne est, en résumé, d'autant plus profond que la courbure concave est plus prononcée. Le maximum et le minimum de la profondeur correspondent respectivement au maximum et au minimum de la courbure. Cette correspondance n'a pas lieu dans le même profil transversal; la mouille est en aval du sommet concave et le maigre en aval de l'inflexion ou de la surflexion.

Le chenal est stable et profond partout où la courbure de la rive concave varie d'une manière continue.

M. Fargue termine son étude par la description du procédé qu'il a employé pour la détermination des courbures.

**Le nouveau château d'eau de Hanovre.** — Jusqu'en ces derniers temps, la ville de Hanovre n'avait pour son alimentation en eau de rivière qu'une installation très ancienne, datant de 1550 et comportant en particulier, comme force motrice élévatoire, un moulin actionné par l'eau de la Leine. De grands travaux, commencés en 1896, viennent d'être terminés pour la construction d'un important château d'eau destiné à fournir de l'eau de rivière aux divers établissements publics de la ville et pour l'arrosage des rues et jardins. Le *Centralblatt der Bauverwaltung*, du 25 août, donne de cette installation une description assez détaillée.

L'installation mécanique de ce château d'eau comprend un groupe de quatre turbines centrifuges, de 43 chevaux effectifs chacune, actionnées par une chute de la Leine, haute de 2$^m$15. Au moyen d'une transmission par engrenages, ces turbines mettent en mouvement deux groupes de pompes à pistons plongeurs, à double effet, pouvant élever environ 7 000 mètres cubes par jour à 32 mètres de hauteur. L'eau se rassemble dans un réservoir placé dans une tour à l'un des angles de l'édifice. Ce réservoir peut contenir 40 000 mètres cubes.

La situation de ce nouveau château d'eau, en un point de la ville où se trouvent des jardins et de nombreux monuments, entre autres, le Palais royal et le nouvel Hôtel-de-Ville, a conduit les architectes à donner à cette construction une apparence monumentale. La décoration extérieure des bâtiments, du style Renaissance, est très artistique. Les frais de construction de ce château d'eau se sont élevés à 2 millions environ.

### MÉCANIQUE

**Essais de machines et pompes élévatoires Nordberg, à Wildwood (États-Unis).** — L'*Engineering News*, du 23 août, analyse et reproduit en partie une communication faite à l'American Society of Mechanical Engineers, par le Professeur R. H. Thurston de la Cornell University, sur des machines et pompes élévatoires Nordberg, installées à Wildwood (Pennsylvanie), et sur les essais qui en ont été faits par le Professeur R. C. Carpenter, et qui ont montré que, comme rendement, ces appareils seraient supérieurs à ceux existant jusqu'à présent. Ils sont, en outre, remarquables par ce fait qu'ils ont été construits de façon à satisfaire à des conditions très strictes relativement à l'espace qu'ils occupent et à l'agencement de leurs diverses parties.

La machine à vapeur est une machine à quatre cylindres, à quadruple expansion, fonctionnant avec de la vapeur à 14 kilogr., et travaillant sous une charge d'environ 180 mètres d'eau entre le puits et le réservoir. Le refoulement de l'eau se fait à travers une conduite ascendante d'environ 1 600 mètres de longueur et de 0$^m$76 de diamètre. L'eau est puisée dans l'Allegheny River par une conduite d'aspiration de 183 mètres de longueur et de 0$^m$61 de diamètre. La pression d'eau aux pompes est normalement de 83$^m$81.

Le groupe élévatoire peut débiter 27 250 mètres cubes d'eau par 24 heures sous une charge de 189 mètres. Les variations de niveau de l'Allegheny River sont très considérables, et la différence entre le niveau des crues maxima et celui des plus basses eaux atteint 12$^m$20.

**Machinerie des docks à minerai aux États-Unis.** — On assure qu'il est possible qu'un minerai de fer, extrait des gisements du Lac Supérieur, se trouve, dix jours plus tard, transformé en tôle d'acier à Pittsburgh. Si l'on remarque que les mines et les fours sont éloignés l'un de l'autre d'environ 1 600 kilom., et que le minerai a à supporter deux transports par voie ferrée et un par eau, en cargaisons de 4 à 8 000 tonnes, on se rend compte à quel haut degré de perfection et de rendement sont arrivées les machines qui servent au transport, au chargement et au déchargement de ces cargaisons.

Dans le *Cassier's Magazine* du mois de septembre, M. A. C. Johnston décrit en détail les types spéciaux d'appareils construits dans le but d'assurer, dans

les docks, le chargement et le déchargement rapides des énormes quantités de minerai et de charbon qui sont transportées annuellement sur les Grands Lacs, les chargements de minerai représentant, à eux seuls, le tiers du trafic total des marchandises sur ces lacs.

D'après un rapport publié par le Bureau des Statistiques des États-Unis, la rapidité remarquable réalisée dans la manutention de ces chargements est due, dans une large mesure, à ce que l'on a construit des navires et des docks qui s'adaptent bien les uns aux autres. Les navires des Lacs, construits pour le transport du minerai et du charbon, sont, en effet, d'un type spécial, caractérisé par son faible tirant d'eau, nécessité par le peu de profondeur des fleuves et des ports, par sa grande largeur, et par le grand nombre et les grandes dimensions de ses panneaux d'écoutille.

Les plus grands de ces navires ont 152m40 (500 pieds) de longueur et 15m24 (50 pieds) de largeur; les panneaux qui mesurent 9m15 à 10m35 de longueur sur 2m45 de largeur, sont espacés de 7m30 d'axe en axe sur toute la longueur du pont. Les opérations de chargement et de déchargement se trouvent ainsi considérablement facilitées, et, bien que le pont se trouve presque entièrement coupé en deux à chaque panneau, la coque présente une grande solidité.

### MÉTALLURGIE

**Les ciments de laitiers.** — Le *Stahl und Eisen*, du 1er septembre, publie un rapport de M. Alfred Birk sur la fabrication et l'emploi des ciments de laitiers.

Après avoir énuméré les avantages des ciments de laitiers et donné quelques détails sur leur fabrication, l'auteur étudie en particulier les ciments obtenus avec un laitier dont la constitution moyenne est la suivante :

| | | | |
|---|---|---|---|
| $SiO^2$ . . . . | 26.29 % | MgO. . . . . . | 2.45 % |
| CaO . . . . | 49.16 — | FeO . . . . . . | 1.80 — |
| $Al^2O^3$. . . . | 18,71 — | MnO. . . . . . | 0.24 — |

Un certain nombre d'expériences, faites avec ce ciment combiné à des proportions variables de sable, ont donné les meilleurs résultats qui peuvent se résumer comme suit :

| Proportion du mélange. | Fabriqué depuis | Résistance à la traction. | Résistance à la compression. |
|---|---|---|---|
| — | — | — | — |
| | jours | kil. par $c^{m2}$ | kil. par $c^{m2}$ |
| 1/4 | 28 | 16,5 | 114 |
| | 88 | 32 | 154 |
| | 148 | 47.30 | 214 |
| 1/5 | 28 | 14,7 | 109,3 |
| | 88 | 28,3 | 139,1 |
| | 148 | 41 | 184 |

Ces résultats sembleraient indiquer une certaine supériorité de ces ciments de laitiers sur les ciments de Portland de bonne composition. De plus, le poids spécifique de ces ciments varie de 2,80 à 2,90, valeur peu importante qui facilite la dilution du ciment dans l'eau sans formation de boues. Les échantillons de ciment commencent, en moyenne, à durcir au bout de 15 minutes et la prise complète demande 45 minutes. Ils ont, de plus, l'avantage de ne point subir le moindre changement de volume au moment de leur prise. Des galettes de ce ciment de 10 centimètres de diamètre et de 1 centimètre d'épaisseur, fabriquées depuis vingt-quatre heures furent, soumises pendant trois heures à une température de 100° centigrades, sans que l'on ait noté aucune fissure et aucune déformation.

### NAVIGATION INTÉRIEURE

**Voies de navigation de la mer Baltique à la mer Caspienne.** — MM. Suquet, Ingénieur ordinaire, et Fontaine, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, envoyés en Russie par le Ministère des Travaux publics pour étudier les voies de navigation intérieures de l'Empire russe, ont rassemblé d'intéressants renseignements concernant la grande voie de la mer Baltique à la mer Caspienne lesquels sont publiés par les *Annales des Ponts et Chaussées* (1er trimestre de 1900).

Cette grande voie, d'au moins 4 000 kilomètres de longueur, possède une navigation d'une intensité remarquable; le tonnage y atteint sur certaines sections 5 000 000 de tonnes dans les sept mois environ qui restent libres de glaces; elle est formée de deux parties bien distinctes. La première, de 1 150 kilom. de longueur, comprend les fleuves, les rivières canalisées et canaux, qui s'étendent entre Saint-Pétersbourg et la Volga; elle est désignée sous le nom général de « Système Marie ». La seconde voie est la Volga elle-même, sur une longueur de 2 880 kilom.

Les auteurs, dans une première partie, étudient le système Marie qui unit Saint-Pétersbourg et Rybinsk, sur la Volga, par la Néva, les canaux contournant le lac Ladoga, le fleuve Svir, le canal contournant le lac Onéga, les rivières Vytegra et Kovja, le canal contournant le lac Biélo et la rivière Cheksna. Ils donnent, d'abord, un aperçu général du pays, font ensuite l'historique du système dont les origines remontent à Pierre le Grand, passent en revue les principaux travaux exécutés dans ce système, ainsi que les bateaux et les modes de traction qui y sont employés et terminent par quelques renseignements sur le mouvement commercial qui s'y produit. Ce dernier se fait presque exclusivement de Rybinsk vers Saint-Pétersbourg avec des bois de chauffage, des bois de construction, des céréales et des produits divers qui sont amenés par la Volga, des vastes plaines de la Russie centrale et méridionale.

L'étude de la Volga forme la deuxième partie de l'important mémoire de MM. Suquet et Fontaine : la description générale du bassin de ce fleuve, les travaux exécutés pour en améliorer la navigation, les bateaux et les modes de traction qui y sont usités ainsi que le trafic empruntant ce fleuve constituent autant de chapitres dans lesquels de très intéressants renseignements sont rassemblés.

### RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

**Du calcul des voûtes à triple articulation.** — Dans la *Zeitschrift für Architektur- und Ingenieur-Wesen* (1900, fascicule 2), M. Mörsch publie une longue étude sur les voûtes à triple articulation.

Après avoir rappelé que l'emploi de ces voûtes à triple articulation a permis depuis quelques années d'augmenter notablement la portée des ponts en maçonnerie et en béton, il montre que, par suite de ces articulations, on peut diminuer notablement l'épaisseur des voûtes et il établit par le calcul les relations qui doivent être adoptées pour leur établissement.

### TRAVAUX PUBLICS

**Le viaduc de Riverside Drive, à New-York.** — Le viaduc de Riverside Drive, à New-York, traverse la vallée de Manhattan et relie Riverside Drive avec le Harlem River Speedway, complétant ainsi un boulevard surélevé qui fait partie d'un système de voies carrossables de 16 kilom. de longueur, s'étendant sur les bords de l'Hudson et de l'Harlem River.

Ce viaduc a 305 mètres de longueur et 25 mètres de largeur, et il se trouve à 25 mètres au-dessus de la 12e avenue. Ses approches sont constituées par des arches en maçonnerie à parement de moellons, tandis que le viaduc lui-même se compose de 22 arcs en acier de 19m80 de portée, 3 de 5m50 et 1 de 39m60 de portée.

L'*Engineering Record*, du 25 août, donne une description détaillée de cet ouvrage, dont il indique les procédés de montage, celui-ci ayant été effectué en porte-à-faux.

Les travaux ont été commencés au mois de juin 1898, et l'exécution des maçonneries a exigé six mois. Le montage des arcs en acier, entrepris au mois de février dernier, est sur le point d'être terminé. L'entreprise générale avait été concédée, à la fin de l'année 1897, pour la somme de 2 850 000 francs, sur un prix très faible de 0 fr. 24 par kilogramme d'acier monté et peint.

## Ouvrages récemment parus.

**Traité théorique et pratique d'électro-chimie,** par Adolphe Minet, fondateur de l'usine d'aluminium de Saint-Michel de Maurienne. — Un volume grand in-8°, avec 207 figures. — Ch. Béranger, éditeur; Paris, 1900. — Prix : relié, 18 francs.

L'ouvrage de M. A. Minet comprendra deux volumes. Le premier, qui vient de paraître sous le titre de *Traité théorique et pratique d'électro-chimie* est divisé en trois parties : Théories de l'électrolyse; Traitement électrolytique des composés chimiques ne donnant pas lieu à la production d'un métal; Réactions chimiques de l'étincelle et de l'effluve électriques. Le second volume sera un *Traité théorique et pratique d'électro-métallurgie*.

La première partie du premier volume, *théories de l'électrolyse*, comprend onze chapitres; le premier est réservé aux constantes chimiques, le second aux unités mécaniques et électriques, ces deux sujets présentés de façon à satisfaire à la fois les électriciens et les chimistes.

Le troisième chapitre, étalons, appareils étalons et instruments de mesure, méthodes de mesure des constantes électriques et électrolytiques, est comme le corollaire du deuxième; il est surtout destiné aux chimistes.

Avec le quatrième chapitre, phénomènes et constantes électrolytiques, on entre dans le vif du sujet, et l'on peut aussitôt passer à l'étude des divers systèmes électrolytiques, objet des quatre chapitres qui suivent.

Les neuvième et dixième chapitres sont entièrement consacrés aux théories de l'électrolyse. Adoptées généralement aujourd'hui, ces théories sont basées sur une conception première de Clausius; Arrhénius les a fait siennes en s'appuyant sur les travaux de van t'Hoff; Kohlrausch, Ostwald, Bouty, Hittorf sont venus les compléter.

Le neuvième chapitre est plus spécialement réservé aux recherches des physiciens français : les électrolytes fondus, par Lucien Poincaré; transport électrolytique des ions à l'état combiné, par Chassy; conductibilités électriques des acides organiques et de leurs sels, par Daniel Berthelot; conductibilité moléculaire des sels en solution étendue, par Joubin; loi de dilution des solutions électrolytiques, par P.-Th. Muller; mesure de la pression osmotique des solutions très étendues de chlorure de sodium, par A. Ponsot; les constantes thermiques, par Favre et par D. Tommasi; l'équilibre thermique dans l'électrolyse, par D. Tommasi.

La deuxième partie, *traitement des composés chimiques* ne donnant pas lieu à la production d'un métal, se compose de quatre chapitres à savoir : électrolyse de l'eau, électrolyse des acides et des hydrates basiques, électrolyse des sels, électrolyse appliquée à la chimie organique.

Les *réactions chimiques de l'étincelle et de l'effluve électriques* font l'objet unique de la troisième partie, qui se termine par une étude remarquable de M. Berthelot sur cette question.

La place qu'occupe actuellement l'électro-chimie dans l'industrie, n'est pas moins grande que celle qu'elle occupe dans la science. Ses applications qui se résumèrent longtemps en des procédés de galvanoplastie et d'affinage de métaux, envahissent maintenant toutes les parties de la chimie; on n'emploie aujourd'hui dans l'industrie électro-chimique pas moins de 422 000 chevaux-vapeur pour actionner les machines productrices du courant électrique, dont 380 000 empruntés aux forces naturelles, et la valeur annuelle des produits de ces usines serait de près d'un milliard de francs.

---

**Les lois d'assurance ouvrière à l'étranger.** — *II : Assurance contre les accidents. Troisième partie (annexes)*, par Maurice Bellom, Ingénieur au corps des Mines. — Un volume in-8° de 400 pages. — A. Rousseau, éditeur; Paris, 1900. — Prix : 8 francs.

Ce volume constitue la suite de l'ouvrage que M. M. Bellom a entrepris sur les *Lois d'assurance ouvrière à l'étranger*. La place prépondérante qu'occupe la législation allemande en matière d'accidents du travail a conduit l'auteur à réserver à l'Allemagne un volume entier du livre II de son ouvrage, volume dont il a déjà été rendu compte dans le *Génie Civil* (1). Le volume suivant, qui a été également signalé dans le *Génie Civil* (2), est consacré à la législation des autres pays.

Ces deux volumes forment la partie principale du livre II et contiennent des renvois successifs à une série d'annexes. Ces annexes, au nombre de vingt-trois, consistent dans des traductions, effectuées par l'auteur et qui forment la matière du volume qui vient de paraître.

Les textes traduits ne sont pas seulement des textes de loi, ce sont aussi des textes de règlements nécessaires à l'application des lois et de statuts-types destinés à guider les intéressés dans l'organisation des institutions qu'ils doivent créer et administrer. Quiconque a étudié une législation sait, en effet, la valeur qui s'attache à l'examen des textes eux-mêmes. Quant aux statuts-types étrangers, ils constituent de précieux modèles pour les organes similaires dont le fonctionnement est prévu par la législation française.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 3, p. 42.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 20, p. 320.

*Le Gérant* : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 23. **N° 956.** Samedi 6 Octobre 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Exposition de 1900** : Locomotive compound à grande vitesse des Chemins de fer de l'État hongrois (*planche XXXIII*), p. 405; F. BARBIER; — L'Agriculture à l'Exposition universelle de 1900 (*suite*), p. 409; G. COUPAN; — Participation des puissances étrangères. Allemagne, p. 412; POITEVIN DE VEYRIÈRE. — **Mécanique** : Excavateur en fouille, p. 414. — **Variétés** : Nouveau moulin à galets, p. 415; — Barrière de passage à niveau à commande tubulaire, p. 416; — Relevage d'une machine locomotive tombée dans un canal, p. 416; L. GALINE.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (24 septembre 1900), p. 418. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 418. — Ouvrages récemment parus, p. 420.

*Planche XXXIII :* Locomotive compound à grande vitesse des Chemins de fer de l'État hongrois.

## EXPOSITION DE 1900

### LOCOMOTIVE COMPOUND A GRANDE VITESSE
### des Chemins de fer de l'État hongrois.

*(Planche XXXIII.)*

La locomotive compound à grande vitesse n° 701, à voie normale, que les importants Ateliers de construction des chemins de fer de l'État hongrois, à Budapest, exposent à l'annexe de Vincennes, est à deux cylindres extérieurs et repose sur cinq essieux, dont deux accouplés, un bogie à l'avant et un essieu porteur à l'arrière (fig. 1 et 6).

La création de ce nouveau type est due à la nécessité d'augmenter la vitesse et la charge des trains rapides qui circulent sur les lignes principales du réseau de l'État hongrois. Mais ce *desideratum* ne pourra être complètement satisfait que lorsque les rails des voies actuelles qui, d'après les règlements en vigueur à cette Administration, ne peuvent supporter qu'une charge maximum de 14 tonnes par essieu, seront entièrement remplacés par des rails en acier du type « Goliath » sur lesquels il est permis de faire circuler des charges isolées de 15t 5.

La machine 701 qui figure, avec son tender à trois essieux, dans la classe 32 du Matériel des Chemins de fer, fait partie de la série de construction I[1]. Elle est appelée à remorquer, en utilisant un charbon de qualité très médiocre, soit des trains de 200 tonnes, sur rampes continues de 7 millimètres par mètre, à la vitesse de 60 kilom. à l'heure, soit des trains de même charge, sur profil facile, à la vitesse de 90 kilom., maximum autorisé par les règlements de l'Administration hongroise.

CONDITIONS PRINCIPALES D'ÉTABLISSEMENT. — Les caractéristiques les plus importantes de cette locomotive, très remarquée tant à cause du fini de son travail que des grandes dimensions que le gabarit des chemins de fer de l'État hongrois a permis de lui donner en hauteur et en largeur, sont indiquées dans le tableau ci-après :

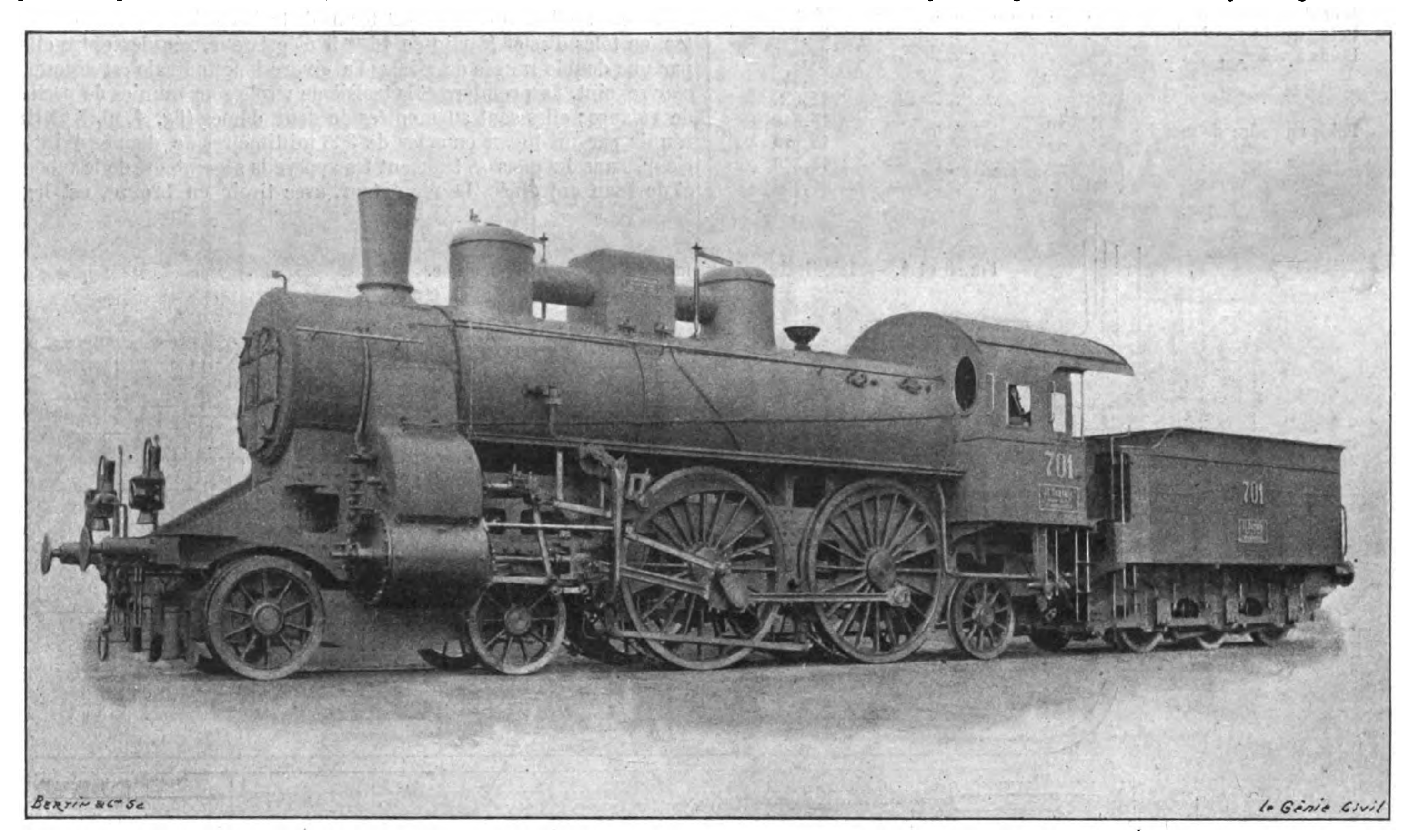
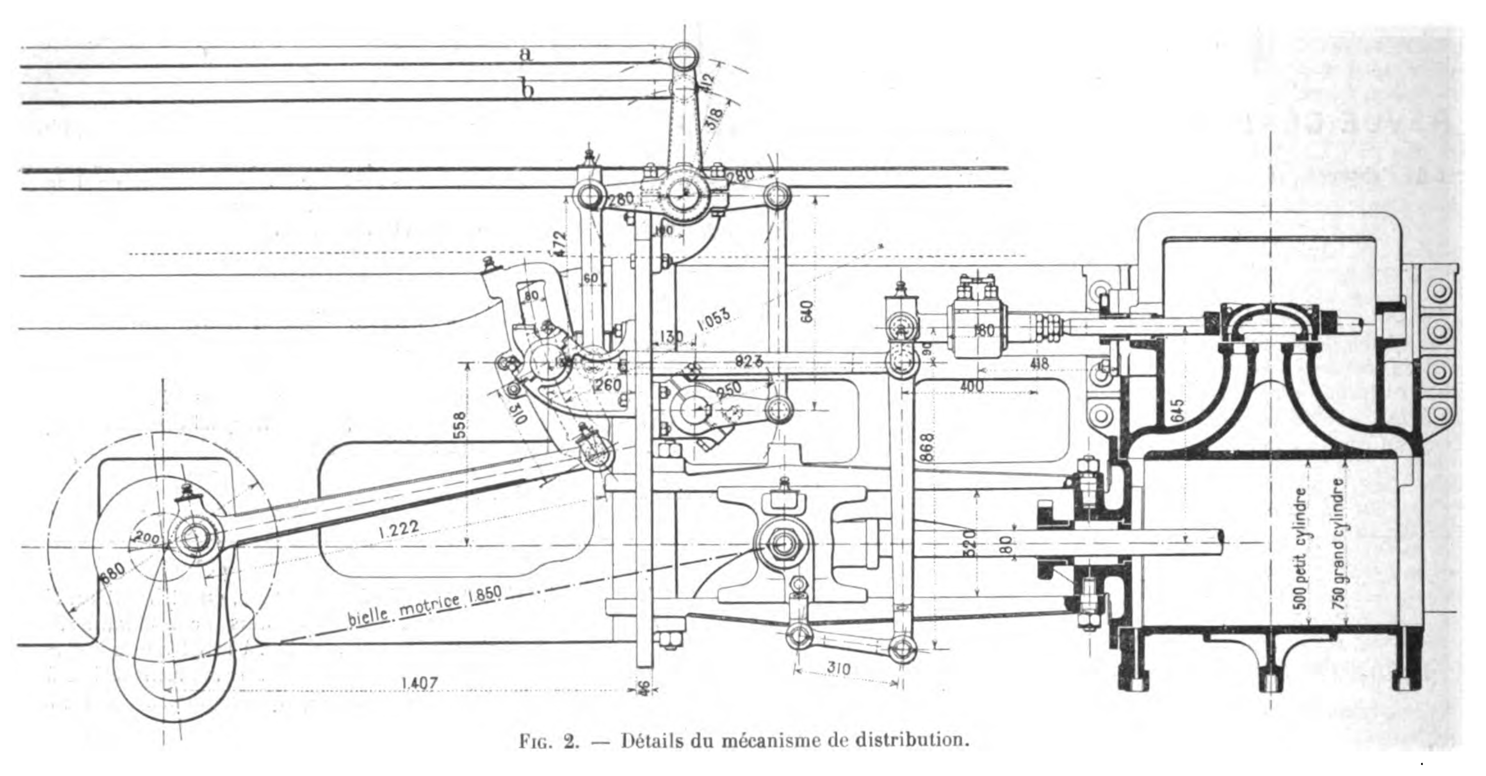


FIG. 1. — LOCOMOTIVE COMPOUND A GRANDE VITESSE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT HONGROIS : Vue latérale de la machine et de son tender.

*Machine.*

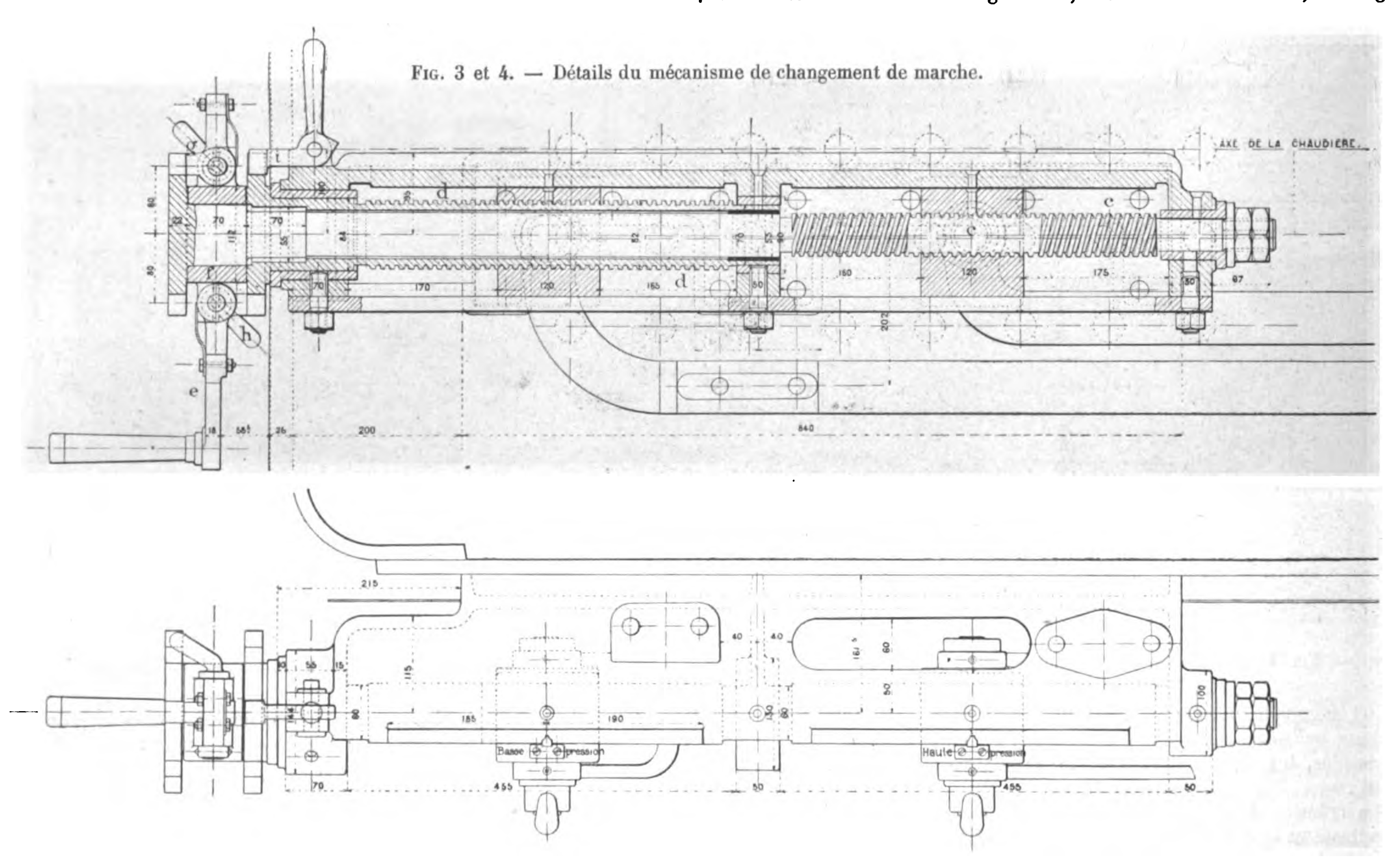
| | | | |
|---|---|---|---|
| Timbre de la chaudière | | atmos. | 13 |
| Surface de grille | | mètr. q. | 2,820 |
| Diamètre intérieur moyen du corps cylindrique | | mètres. | 1,550 |
| Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail | | — | 2,700 |
| Tubes à air chaud | nombre | | 239 |
| | diamètre extérieur | mètres. | 0,052 |
| | longr entre plaques tubulaires | — | 4,500 |
| Surface de chauffe en contact avec l'eau. | foyer (au-dessus de la grille) | mètr. q. | 13,320 |
| | totale | — | 189,010 |
| Diamètre des roues au contact. | motrices et accouplées | mètres. | 2,100 |
| | porteuses | — | 1,040 |
| Diamètre du cylindre de haute pression | | — | 0,500 |


Fig. 2. — Détails du mécanisme de distribution.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diamètre du cylindre de basse pression | | mètres. | 0,750 |
| Course des pistons | | — | 0,680 |
| Empattement total | | — | 8,665 |
| Poids utile pour l'adhérence | | tonnes. | 30,930 |
| Poids à vide | | — | 56,800 |
| Poids en ordre de marche | 1er essieu | — | 10,850 |
| | 2e — | — | 11,550 |
| | 3e — | — | 15,340 |
| | 4e — | — | 15,590 |
| | 5e — | — | 11,370 |
| | total | — | 64,700 |

**Chaudière.** — Le générateur est timbré à 13 atmosphères. La surface de chauffe est considérable (189 mètres carrés). Le corps cylindrique, très élevé au-dessus du rail, est formé de trois viroles de grand diamètre, en tôles d'acier Martin de 16mm5 d'épaisseur, réunies entre elles par une double rangée de rivets. La rivure longitudinale est à double couvre-joint. La première et la troisième virole sont munies de poches de vidange; elles sont surmontées de deux dômes (fig. 1, pl. XXXIII) réunis par un tuyau en acier de 300 millimètres de diamètre intérieur, dans lesquels se trouvent les appareils séparateurs de la vapeur et de l'eau entraînée. Le régulateur, avec tiroir en bronze, est logé dans celui d'avant. Les couvercles des deux dômes servent de sièges aux soupapes de sûreté à levier, avec balances à ressort. La boîte à feu, également en acier Martin, est à berceau cylindrique; elle est pourvue de larges ouvertures pour le nettoyage et est entretoisée par six tirants transversaux. Ses parois ont 17 millimètres d'épaisseur; toutefois, la partie supérieure de l'enveloppe, laquelle est en trois pièces, a 20 millimètres. Le foyer est en cuivre rouge, ainsi que la plaque tubulaire de la boîte à fumée; ses parois ont 18 millimètres

Fig. 3 et 4. — Détails du mécanisme de changement de marche.




*Tender.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diamètre des roues au contact | | mètres. | 1,050 |
| Empattement total | | — | 3,200 |
| Approvisionnements | eau | mètr. c. | 17,700 |
| | charbon | tonnes. | 6,500 |
| Poids | à vide | — | 15,690 |
| | en ordre de marche | — | 39,900 |
| Longueur totale de la machine et du tender attelés (de tampon en tampon) | | mètres. | 18,470 |

d'épaisseur et la plaque tubulaire du foyer, 26 millimètres. La liaison avec les parois de la boîte à feu est faite au moyen d'entretoises en cuivre rouge, amincies dans leur partie moyenne, et dont le diamètre est de 26 et même de 28 millimètres pour les rangées supérieures. L'épaisseur des lames d'eau latérales est augmentée par un dispositif représenté figure 5, pl. XXXIII.

Le ciel de foyer est supporté par des tirants verticaux en acier doux,

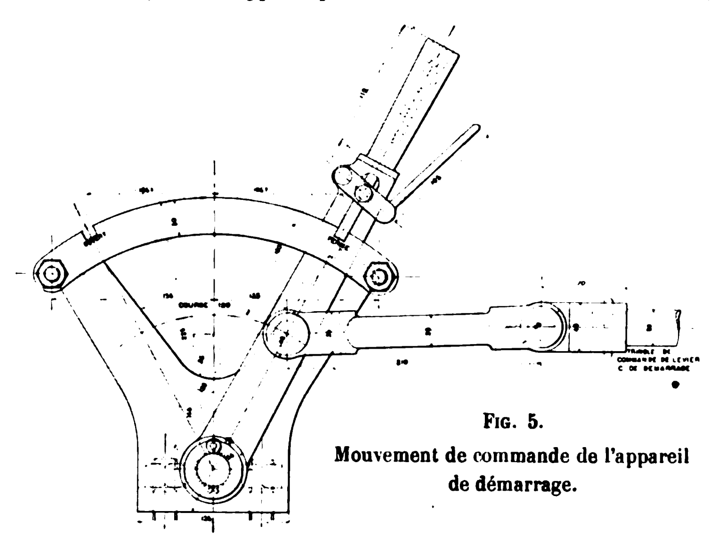


Fig. 5. Mouvement de commande de l'appareil de démarrage.

dont les trois rangées antérieures sont à libre dilatation. L'ouverture de la porte de chargement n'est pas limitée par un cadre; les deux parois sont, en cet endroit, embouties et rivées, suivant la pratique américaine.

Le foyer, destiné à brûler un charbon maigre, de faible puissance calorifique, vaporisant à peine six litres d'eau par kilogramme, est peu profond et possède une courte voûte en briques. La grille, de grande superficie, a 2m 764 de longueur horizontale; elle est très peu inclinée et formée de trois travées de barreaux en fonte dont la deuxième, de faible longueur, est mobile et sert de jette-feu. Le cendrier est muni de portes à l'avant et à l'arrière, et le fond est constitué par des trappes mobiles, permettant l'évacuation facile des cendres et des mâchefers. Les tubes en acier, raboutis du côté du foyer par des manchettes en cuivre rouge, sont mandrinés et rivés à leurs extrémités. Ils sont lisses et ont une épaisseur de 3 millimètres.

La boîte à fumée, de 1m 80 de longueur intérieure, est très solidement reliée au châssis de la machine par un appendice en tôles et cornières. Elle est pourvue inférieurement d'un conduit pour sa vidange. Une grille à flammèches occupant toute sa surface horizontale a été montée sous le cône intérieur de la cheminée.

La chaudière est alimentée par deux injecteurs Friedmann de 11 millimètres, du type « restarting ».

Cylindres et mécanismes de propulsion. — La locomotive est du système compound, à deux cylindres extérieurs, dont le plan médian vertical se confond avec celui du bogie et de la cheminée (fig. 2, pl. XXXIII), et qui ont respectivement 500 et 750 millimètres de dia-

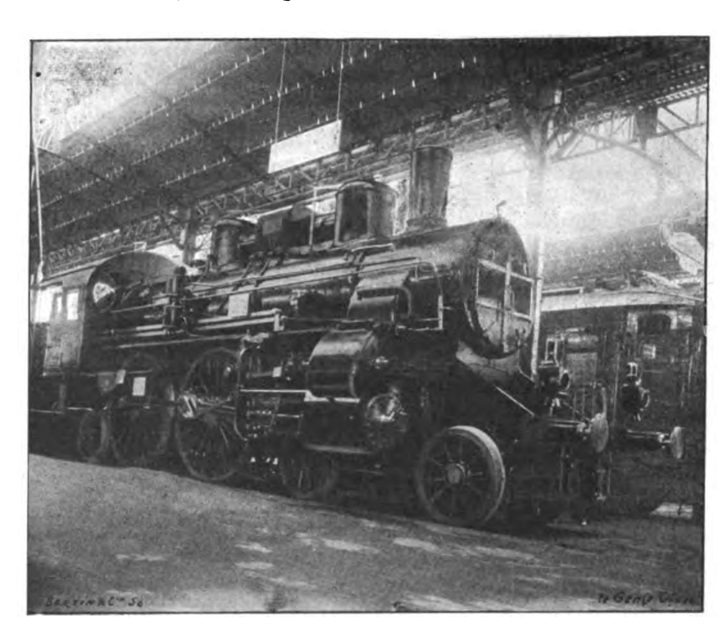


Fig. 7. — Vue de la machine dans le hall de Vincennes.

mètre. Le rapport de leurs volumes est de 1 : 2,278, ce qui paraît un peu faible. Ils sont mis en communication par un tuyau de 180 millimètres de diamètre. Les pistons en acier moulé, du type suédois, munis de deux segments en fonte, ont une course de 680 millimètres; ils sont guidés par une contre-tige à l'avant et actionnent le troisième essieu, lequel est accouplé au quatrième. Les boîtes à vapeur sont situées au-dessus des cylindres (fig. 2, pl. XXXIII); les couvercles en sont inclinés vers l'extérieur. Une soupape de sûreté, montée sur la boîte du grand cylindre, laquelle fait partie du réservoir intermédiaire, limite la pression dans cette capacité. La colonne d'échappement du cylindre de détente est surmontée d'une tuyère à section variable.

Les cylindres et les tiroirs sont lubrifiés par deux graisseurs à condensation, à fonctionnement continu et visible, du système Nathan.

Il est à noter que toutes les pièces du mécanisme sont en acier moulé ou forgé, à l'exclusion du fer.

Distribution. — Les tiroirs, guidés à l'avant et à l'arrière par une tige, possèdent un canal Trick. Ils sont actionnés chacun par un mécanisme Walschaert que commande une contre-manivelle (fig. 2).

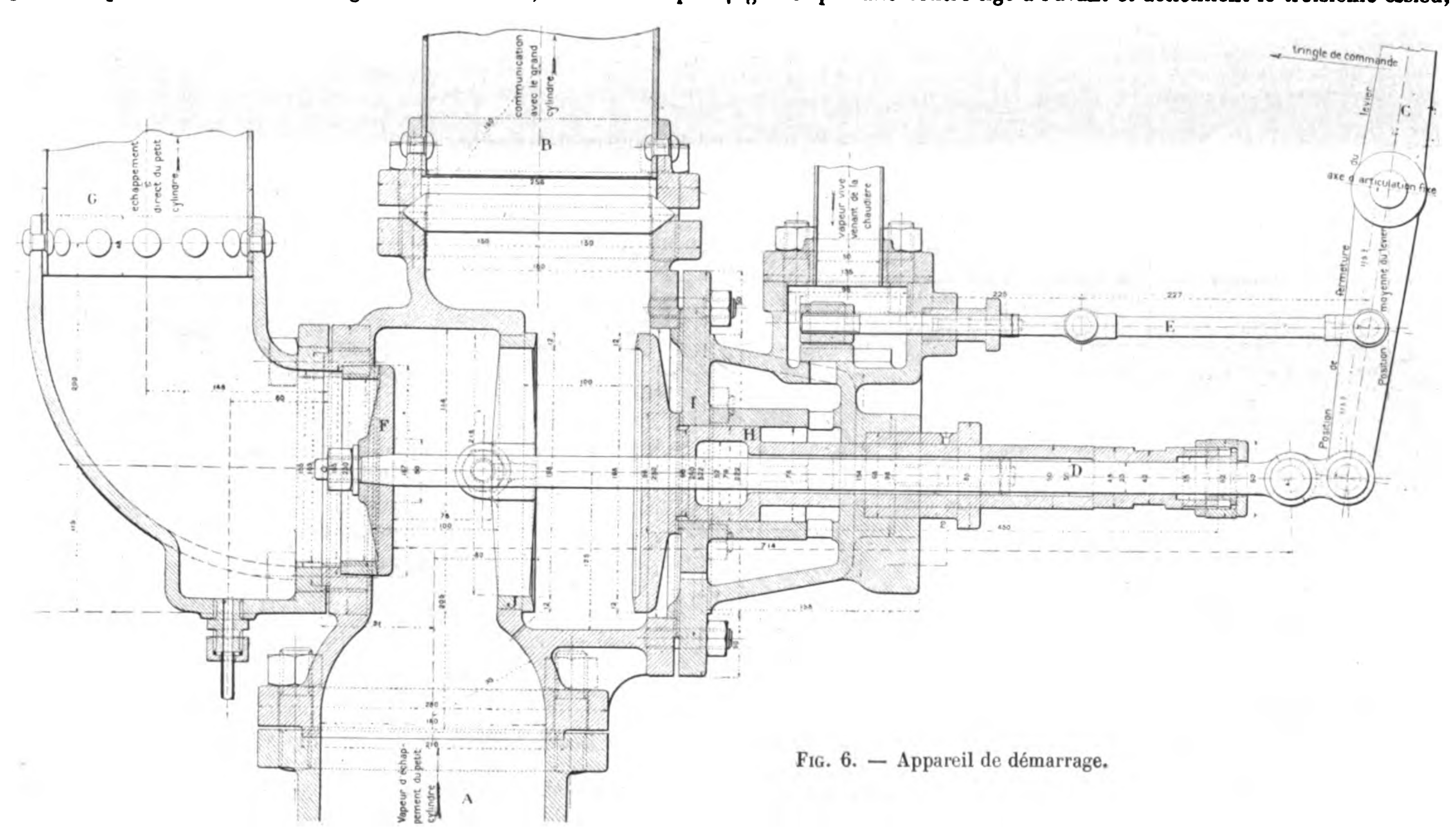



Fig. 6. — Appareil de démarrage.

Les tringles de relevage des coulisses du petit et du grand cylindre sont respectivement indiquées en *a* et en *b*.

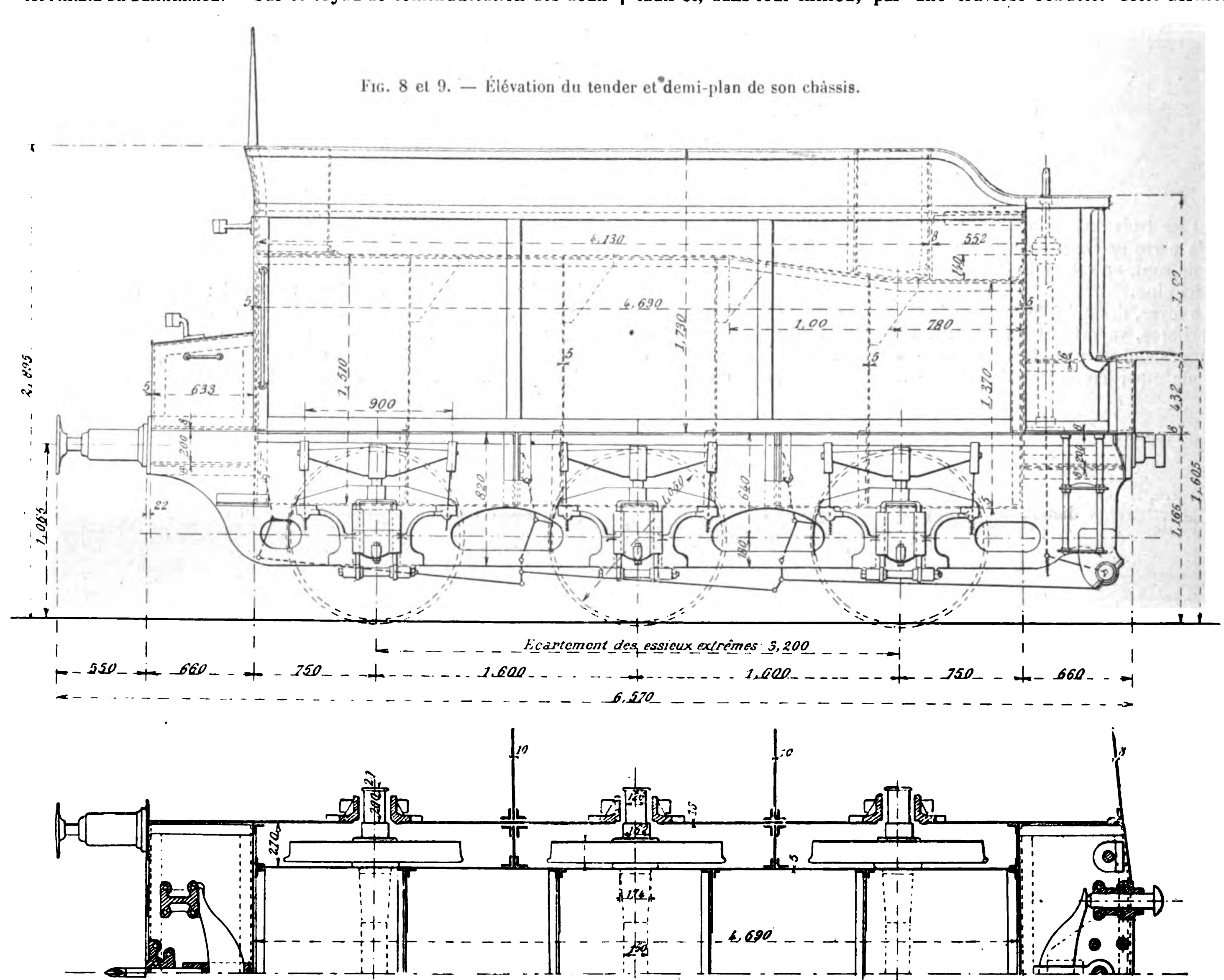
Le changement de marche se fait à l'aide d'une double vis avec écrous indépendants (fig. 3 et 4); l'une *c*, pleine, actionne la tringle de relevage du mécanisme de haute pression et l'autre *d*, qui est creuse, celle du mécanisme de basse pression. Un dispositif d'enclenchements assez simple permet de manœuvrer à volonté, à l'aide de la manivelle *e*, qui est folle sur son axe, l'une de ces vis ou toutes les deux à la fois. A cet effet, chacune d'elles est terminée à son extrémité postérieure par une couronne dentée qui peut être reliée, le cas échéant, au moyeu *f* de la manivelle, par les verrous *g* et *h*, soit ensemble ou séparément, selon que le mécanicien veut modifier simultanément les crans de marche pour les deux cylindres ou seulement pour l'un d'eux. Un cliquet d'arrêt *i*, monté sur le bâti de l'appareil, permet de fixer la manivelle de commande dans une position stable. On réalise par ce dispositif l'indépendance ou la conjugaison des distributions.

Appareil de démarrage. — Sur le tuyau de communication des deux cylindres, se trouve une boite de démarrage au moyen de laquelle le mécanicien peut envoyer de la vapeur vive de la chaudière dans la boite à tiroir du grand cylindre, tout en dérivant directement dans l'atmosphère, la vapeur d'échappement du petit cylindre. Un mécanisme unique, représenté (fig. 5), permet d'atteindre ce double but. La position du levier « fermé » correspond à la marche ordinaire en compound et celle « ouvert » à la marche indépendante des deux cylindres.

Nous avons reproduit en détail (fig. 7) l'appareil de démarrage proprement dit, dans la position du fonctionnement en compound. Les tuyaux A et B communiquent librement et la vapeur d'échappement du petit cylindre se dirige vers la boite à vapeur du grand. Si le mécanicien manœuvre le levier C, il entraine dans ce mouvement les deux tiges D et E. La première ouvre la soupape F, ce qui permet à la vapeur venant du petit cylindre de s'échapper dans l'atmosphère par le tuyau G. La seconde déplace un petit tiroir qui donne accès à la vapeur vive, prise dans le tuyau d'admission du petit cylindre; de sorte qu'il est nécessaire que le régulateur soit ouvert pour que cette vapeur puisse pénétrer dans l'appareil de démarrage et par suite dans le cylindre de détente. Elle agit, par sa pression, sur le petit piston H qui fait corps avec une tige creuse pouvant glisser à frottement doux sur la tringle D, et elle fait appliquer sur son siège J, la valve obturatrice I, de manière à intercepter la communication entre les deux cylindres et à laisser à la vapeur vive son entrée directe dans le grand cylindre par le conduit B. Si l'on vient à fermer le petit tiroir de démarrage et, en même temps, la soupape F, la pression qui s'exerce sur la face de gauche de la valve I et qui est plus grande que sur la face de droite, ramène cette valve à sa première position et la machine fonctionne en compound.

Chassis et roues. — Les longerons du châssis, en tôle d'acier de 30 millimètres d'épaisseur, sont intérieurs aux roues (fig. 2, pl. XXXIII). Leur entretoisement est constitué par des caissonnements en tôles et cornières et par des traverses intermédiaires en acier moulé.

Le bogie est à déplacement latéral contrôlé par deux ressorts antagonistes, à lames, horizontaux. Les longerons de son châssis, en tôle de 25 millimètres d'épaisseur, sont reliés à leurs extrémités par des entretoises, à l'aplomb des plaques de garde par des tirants horizontaux et, dans leur milieu, par une traverse robuste. Cette dernière supporte la crapaudine hémisphérique en acier moulé, garnie de métal blanc, ainsi que les deux coulisses latérales, reposant sur des ressorts à boudin, sur lesquelles s'appuient des rotules de sécurité (fig. 2, pl. XXXIII), destinées à servir de buttée dans le cas d'oscillations transversales trop prononcées de la machine.


Fig. 8 et 9. — Élévation du tender et demi-plan de son châssis.


Les fusées de l'essieu radial d'arrière peuvent se déplacer latéralement de 8 millimètres de chaque côté dans leurs coussinets (fig. 1, pl. XXXIII). Les glissières des boites à huile, en acier moulé, ont la forme d'un fer à cheval; les coussinets de ces boites sont en bronze entièrement garni de métal blanc.

Les roues sont en acier moulé, les bandages en acier fondu au creuset et les essieux en acier Martin.

Les ressorts de suspension sont indépendants, sauf ceux des roues motrices et accouplées qui ont été conjugués par des balanciers longitudinaux.

Accessoires. — La machine est équipée du frein Westinghouse à action rapide. Les quatre grandes roues sont freinées; la pression sur les sabots est toujours également répartie par suite de l'application

de *points mous* à la timonerie du frein, indiquée schématiquement (fig. 1, pl. XXXIII). Avec une tension de quatre atmosphères dans la conduite d'air, la pression totale exercée sur ces sabots représente environ 70 % du poids adhérent. La pompe à air est située du côté droit de la machine et sa prise de vapeur se fait sur le dôme d'arrière; quant au réservoir principal, il se trouve devant l'essieu moteur, entre les longerons.

La sablière double à vapeur est du système Gresham. Le réservoir à sable a été placé entre les deux dômes (fig. 1, pl. XXXIII). Mentionnons aussi les appareils pour le chauffage des trains par la vapeur et l'indicateur de vitesse système Hausshälter, dont le cadran est fixé sur la paroi antérieure de l'abri.

TENDER. — Le tender de cette machine est porté par six roues (fig. 8 et 9). La contenance de ses caisses à eau est de $17^{m3}7$ et celle des soutes à combustible de $7^{m3}9$, représentant environ 6 500 kilogr. de charbon. Il est muni du frein Westinghouse et du frein à main; toutes les roues sont freinées; le dispositif adopté pour la timonerie permet de répartir également la pression sur les sabots. Les caisses sont en tôle d'acier et les roues en acier moulé.

Notons en terminant que toutes les matières premières entrant dans la construction de cette locomotive et de son tender, proviennent des établissements métallurgiques que l'État hongrois possède à Budapest et à Diósgyör.

F. BARBIER,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

---

## L'AGRICULTURE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

*(Suite[1].)*

2° MACHINES SERVANT A RÉPANDRE LES ENGRAIS ET LES SEMENCES. — *a) Épandeurs d'engrais liquides.* — Ces machines, connues sous la désignation de *tonneaux à purin*, n'ont pas subi de perfectionnements très importants depuis les derniers concours agricoles. On retrouve à l'Exposition les deux modes ordinaires de suspension : essieu porteur perpendiculaire à l'axe du cylindre-réservoir, et essieu coïncidant avec cet axe ; ce dernier dispositif, bien qu'exigeant une construction plus soignée, a l'avantage de diminuer l'amplitude des vagues qui se forment à l'intérieur du cylindre par suite des inégalités du sol, et d'éviter les chocs contre les parois planes du tonneau, chocs qui se répercutent jusque sur le cheval et le fatiguent rapidement.

Le système de distributeur composé d'une palette plane ou bombée fixée obliquement à l'orifice d'un ajutage cylindrique s'emploie, de plus en plus ; on trouve également plusieurs dispositifs complémentaires permettant soit d'obturer l'orifice d'arrivée du liquide ou d'y adapter un tuyau flexible afin d'utiliser le tonneau à purin comme réservoir d'alimentation des chaudières locomobiles (Faul), soit de modifier l'inclinaison de la palette distributrice dans le but de faire varier la forme et les dimensions de la nappe d'engrais liquide qui s'en échappe (Lalis). Enfin, comme la quantité de liquide et la superficie sur laquelle il est distribué diminuent en même temps que la charge à l'intérieur du cylindre, M. Henry d'Anchald a remédié à ce grave inconvénient en introduisant dans le réservoir un tube métallique vertical qui transforme le tonneau en un véritable vase de Mariotte et oblige le liquide à s'écouler avec une pression constante.

*b) Distributeurs d'engrais solides pulvérulents.* — Les machines de cette catégorie sont toutes munies de distributeurs se rattachant aux types bien connus des toiles sans fin, cylindres tournants, cylindres oscillants, palettes, palerons, hérissons, etc., souvent même à plusieurs de ces systèmes à la fois. La plupart sont construites pour répandre, aussi uniformément que possible, l'engrais sur toute la surface du champ.

La maison allemande Dehne expose cependant un *distributeur d'engrais en ligne*, spécialement établi pour la culture de la betterave à sucre ; il est monté en brouette (fig. 1); la roue unique R actionne, par l'intermédiaire d'engrenages, les distributeurs D, à palettes triangulaires tournant au-dessus des tubes d'amenée T, et les agitateurs A qui régularisent la descente de l'engrais contenu dans les deux trémies B, situées de chaque côté de la roue. Comme l'indique la figure, l'instrument passe au milieu d'un interligne et distribue l'engrais de part et d'autre de chaque rangée de betteraves *b*, *b'*, permettant ainsi de travailler deux rangs à chaque passage. Les expériences effectuées autrefois par M. Schlœsing sur ce mode d'application des engrais, comparativement au mode habituel, semblaient démontrer l'équivalence des deux procédés ; des recherches plus récentes de M. Grandeau permettent à ce savant agronome de préconiser, pour les cultures sarclées, l'épandage en ligne, ce qui donne un intérêt particulier à la machine Dehne.

*c) Semoirs à graines.* — Les épandeurs de grains qui figurent dans les diverses sections se rattachent, au point de vue du travail effectué, à trois types principaux : semoirs à la volée, semoirs en lignes et semoirs en poquets.

Les *semoirs à la volée*, répandant les semences sur toute la superficie du champ, sont encore très employés en France, bien que les agriculteurs y aient une tendance marquée à leur substituer les semoirs en lignes.

Les mécanismes qui assurent l'écoulement des graines ne présentent pas de nouveautés intéressantes. Souvent, de petits semoirs à la volée sont adjoints à des charrues, simples ou multiples, dont les roues-support actionnent le distributeur au moyen de chaînes et de pignons ; dans les régions où le sol n'a que peu de valeur, et où des rendements très faibles sont pourtant rémunérateurs, l'emploi de ces instruments combinés, qui évite une perte de temps et de main-d'œuvre, peut être judicieux. Mais dans les pays anciens, comme la France, où de forts rendements sont indispensables, les *charrues-semoirs* devraient être absolument proscrites, par la raison qu'un sol simplement labouré n'est pas suffisamment ameubli et ne saurait satisfaire aux conditions qu'exigent les plantes pour fournir une récolte abondante. A cet égard, les *cultivateurs-semoirs* qu'exposent plusieurs maisons américaines et canadiennes seraient certainement préférables ; ils sont, en principe, constitués par une trémie fixée sur la partie antérieure du bâti d'un cultivateur canadien (châssis articulé sur l'essieu et portant des dents flexibles, essieu à grandes roues, siège, etc.), dont les roues communiquent le mouvement à un arbre muni d'ailettes de formes variables ; ces ailettes agitent les graines au-dessus d'orifices dont on peut régler les dimensions, et les forcent ainsi à tomber dans un tube à peu près vertical, terminé à sa partie inférieure par une palette légèrement bombée qui les éparpille à la surface du champ. La machine travaille donc sur une terre déjà labourée, répand les graines, et les lames du cultivateur (qui, en réalité, est un scarificateur), les enterrent légèrement tout en ameublissant le sol.

Les *semoirs en lignes* présentent sur les précédents l'avantage de dépenser moins de semences, à superficie égale, en raison du mode même d'épandage. C'est à peu près la seule raison qui, ordinairement, les fasse adopter par les cultivateurs ; or cette économie est faible, et il y a un autre avantage, incomparablement plus important, qui n'est pas suffisamment pris en considération, et qui consiste dans l'identité presque absolue des conditions dans lesquelles le semoir en lignes place toutes les graines, en sorte que toutes les plantes se développent et arrivent à maturité en même temps, tandis qu'après un semis à la volée, on trouve, lors de la récolte, avec des épis normalement mûrs, d'autres qui sont encore verts et d'autres qui ont déjà perdu leurs grains.

Les semoirs en lignes figurent en grand nombre à l'Exposition. La distribution des semences s'y fait suivant deux modes principaux :

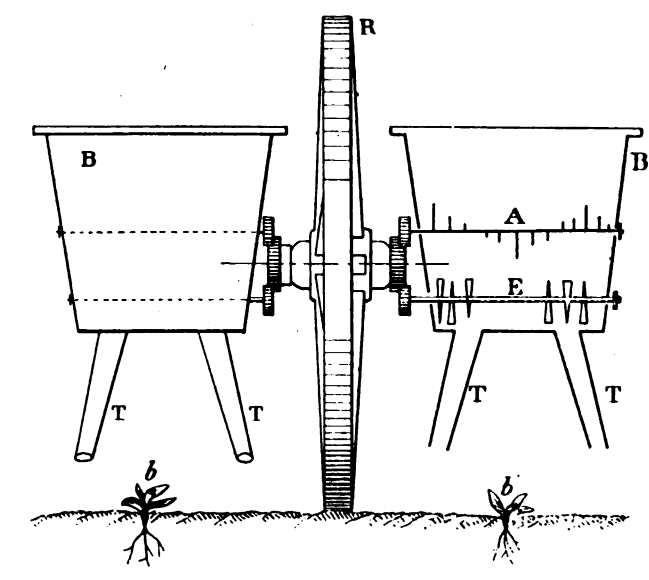



FIG. 1. — Principe du distributeur d'engrais en lignes de Dehne.

par mécanismes élévateurs et par mécanismes de distribution forcée. Dans le premier type, bien connu d'ailleurs, les graines sont puisées dans une petite caisse, alimentée par la trémie générale, au moyen de cuillères fixées perpendiculairement au plan d'un disque circulaire ou d'alvéoles pratiqués à la périphérie du disque; le réglage de la quantité à distribuer s'opère au moyen d'engrenages mobiles qui font varier la vitesse de rotation des disques porte-cuillères : c'est, en somme, le principe de l'ancien semoir de Garrett et du semoir actuel de J. Smyth. Or, la plupart des systèmes exposés dérivent de ce dernier.

Le principal défaut des semoirs de cette catégorie est d'exiger, pour que la distribution soit régulière, que la trémie reste toujours dans la même position par rapport à un plan horizontal, de sorte que, si le terrain est en pente, les lignes tracées en montant reçoivent plus de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 18, p. 324; n° 19, p. 342 et n° 22, p. 393.

graines que celles tracées en descendant. On a imaginé de nombreux systèmes pour conserver à la trémie sa position normale : les uns sont automatiques et coûtent très cher ; le fonctionnement des autres nécessite la mise en action d'un levier ou d'une manivelle, que l'ouvrier conducteur se garde bien de manœuvrer s'il n'est pas étroitement surveillé.

Aussi, les systèmes à *distribution forcée*, qui répartissent uniformément les semences quelle que soit la position de la trémie, jouissent-ils d'une faveur de plus en plus marquée et justifiée. Le type de distributeur le plus répandu, généralement appelé *distributeur américain*, se compose d'une portion de cylindre en acier, suivant les génératrices duquel ont été creusées à la fraise des cannelures dont la forme varie un peu avec les constructeurs. Ces cylindres cannelés tournent dans une sorte de berceau qui est fixé à la trémie et qui reçoit les graines ; celles-ci se logent dans les cannelures et sont expulsées au dehors. Le réglage de la quantité de graines à répandre se fait au moyen d'un manchon qui coulisse sur le cylindre cannelé et obture une plus ou moins grande longueur des cannelures, la vitesse du distributeur étant constante. Le semoir comporte autant d'appareils de ce genre qu'il doit semer de lignes à la fois. A ce type se rapportent la majorité des semoirs américains, canadiens, allemands, français, comportant la distribution forcée.

La section allemande montre plusieurs types de semoirs munis de systèmes de distributeurs forcés qui n'avaient pas encore figuré dans les expositions françaises. Tels sont : le semoir « Bérolina » d'Eckert, dont le distributeur se compose d'un court cylindre muni d'aspérités, en face et en sens inverse duquel tourne un cylindre lisse recouvert d'une bague en caoutchouc ; le semoir de Siedersleben (fig. 2), dont le distri-

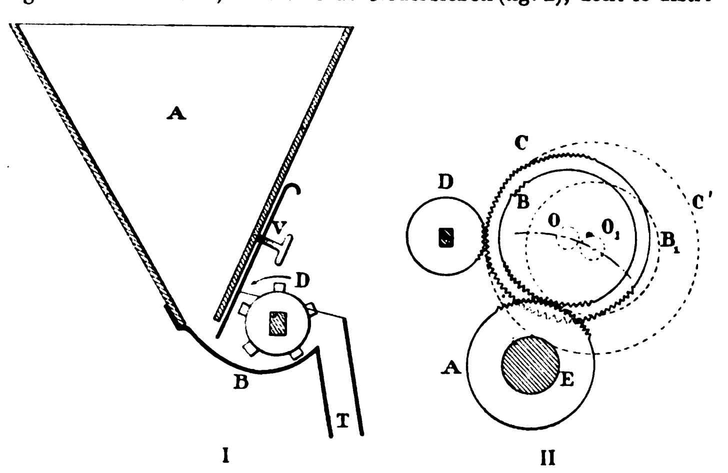



Fig. 2. — Principe du semoir Siedersleben.

I. — A, trémie d'alimentation, munie de la vanne régulatrice V ; — B, cuvette dans laquelle tourne le distributeur D ; — T, tube de descente des graines.

II. — Changement de vitesse du distributeur D (fig. schém.). — A, pignon fixe, solidaire de l'essieu E ; — B, pignon dont l'axe O se déplace sur un cercle concentrique du pignon A, de façon à engrener constamment avec lui ; — C, pignon auxiliaire, de diamètre variable, calé sur l'axe O, et actionnant le distributeur ; — $B_1$, $O_1$, positions du pignon B et de l'axe O lors de l'emploi d'un pignon intermédiaire C' de plus grand diamètre.

buteur est constitué par un cylindre de faible longueur à saillies parallélipipédiques alternées, tournant dans une cuvette, et dont on peut modifier la vitesse par un changement d'engrenages ; le semoir « Hallensis », de Zimmermann, opérant la distribution par un cylindre à cannelures intérieures, dont on peut modifier à volonté la longueur

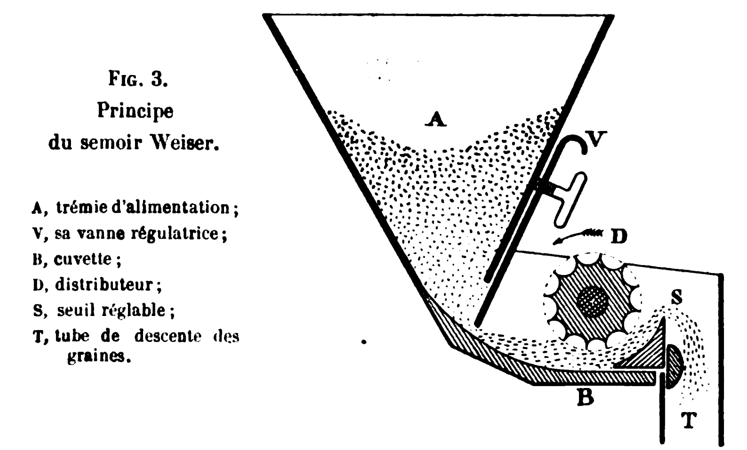



Fig. 3. Principe du semoir Weiser.

A, trémie d'alimentation ;
V, sa vanne régulatrice ;
B, cuvette ;
D, distributeur ;
S, seuil réglable ;
T, tube de descente des graines.

utilisable au moyen d'un disque muni d'encoches correspondant aux saillies des cannelures, qui communique à la gaine cylindrique son mouvement de rotation.

Dans la section hongroise figure un semoir, dit *Zala-Drill*, de J. C. Weiser, dont le système de distribution est analogue à celui de Siedersleben, mais avec cuvette munie d'un seuil réglable (fig. 3).

Au point de vue de l'enfouissage des graines, les modèles exposés comportent un certain nombre de dispositifs nouveaux, ou tout au moins peu connus en France. Nos constructeurs français du Nord continuent à fabriquer le genre de semoirs munis de coutres fixés d'une manière invariable à de solides traverses en bois. Les cultivateurs de betteraves apprécient beaucoup ce système qui, du reste, fonctionne bien dans les terres soigneusement préparées. Les coutres étroits, types Smyth, Garret, etc., sont les plus nombreux, et, en général, sont bien construits ; ils sont montés, bien entendu, sur des leviers articulés, qui leur permettent de suivre les ondulations du sol et de franchir facilement des obstacles, tels que des pierres un peu grosses, des mottes dures, obstacles qui ne se rencontrent d'ailleurs pas fréquemment dans les cultures soignées. Mais si ces coutres étroits, à pointe dirigée en arrière, peuvent fonctionner dans des terres bien

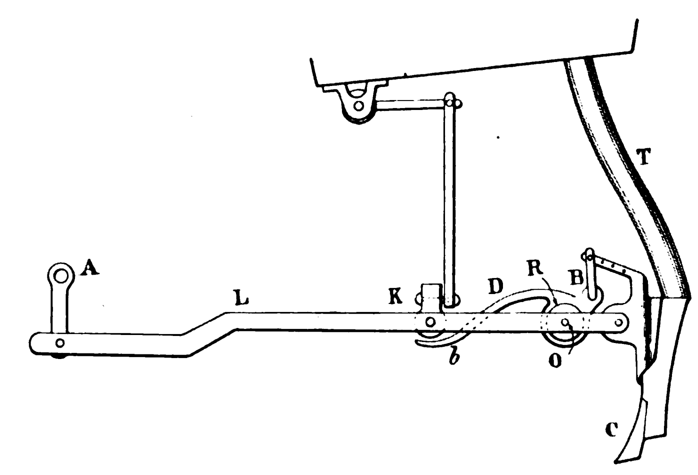



Fig. 4. — Schéma du montage élastique des coutres d'enterrage d'un semoir canadien (Noxon C°).

A, axe d'articulation des leviers L ; — C, coutre ; — D, bras articulé en O, muni d'un ergot *b* que le ressort à boudin R tend à ramener contre la pièce K servant de buttée ; B, bielle reliant la monture du coutre C au bras D ; — T, tube de descente des graines.

ameublies, ils ne pénétreraient qu'avec beaucoup de difficultés dans des terres peu travaillées ; aussi les Américains et les Canadiens, qui n'ameublissent pas leur sol aussi parfaitement que les Européens, emploient-ils des coutres (fig. 4 et 5) que leur pointe, dirigée en avant, tend à faire pénétrer dans le sol malgré sa résistance. Pour éviter la rupture de ces coutres en cas de heurt contre une grosse pierre ou

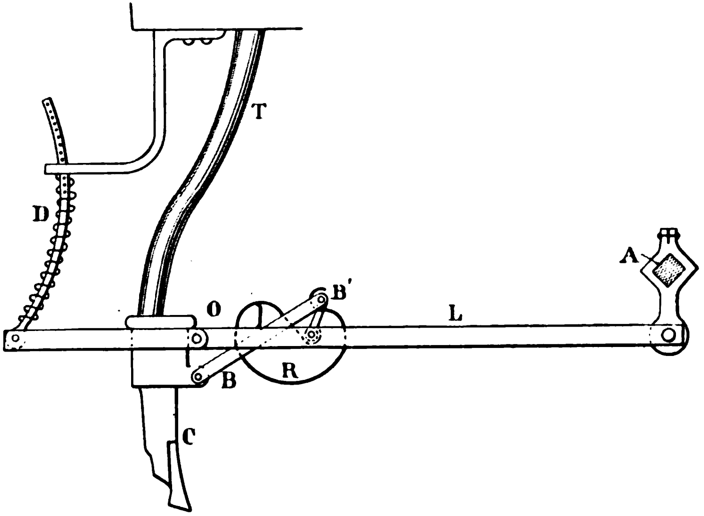



Fig. 5. — Schéma du montage élastique des coutres d'un semoir canadien (Mann Manufacturing C°).

A, axe d'articulation des leviers L ; — C, coutre, dont la monture est articulée en O ; — R, ressort plat contourné ramenant à sa position normale le coutre C par l'intermédiaire des bielles B et B' ; — D, réglage élastique de la profondeur d'enterrage des graines ; — T, tube de descente des graines.

contre une motte volumineuse et dure, on les articule sur leurs leviers de suspension, et des ressorts convenablement disposés leur permettent de céder devant l'obstacle en les ramenant ensuite à leur position de travail. Les figures 4 et 5 indiquent schématiquement deux procédés de montage élastique employés dans des semoirs canadiens qui sont exposés dans le pavillon spécial de l'annexe de Vincennes. Ce même pavillon renferme également un modèle de semoir dans lequel les coutres ont été remplacés par des disques de pulvériseurs, en arrière desquels débouchent, au-dessus du sol, les tubes de descente (Sargeant and C°).

Contrairement à ce qui avait lieu aux concours agricoles précédents,

on peut voir exposés d'assez nombreux dispositifs permettant le relevage des coutres enterreurs pendant les parcours sur routes. Bien que le système de tubes télescopiques, avec articulations à rotules, soit toujours appliqué au plus grand nombre des semoirs de toutes provenances, on tend actuellement à lui substituer des tubes de longueur fixe, mais flexibles : les Américains les font en cuir et surtout en toile recouverte de caoutchouc ; en Europe, on les établit en métal. C'est ainsi que certains semoirs allemands et français ont leurs tubes formés par une bande de feuillard enroulée en hélice, de façon que les spires se recouvrent à moitié.

Dans un autre semoir allemand (Siedersleben), les tubes sont constitués par deux étroites bandes métalliques à section en forme d'U à branches courtes, qui sont enroulées en hélice de façon que l'une des bandes ait ses branches à l'intérieur et l'autre à l'extérieur du cylindre générateur de l'hélice ; l'emboîtement de ces deux bandes pendant l'enroulement assure à la fois l'étanchéité et l'élasticité de ces tubes tout à fait semblables, au point de vue du mode de construction, à certains tuyaux de raccord pour les appareils à gaz.

Les *semoirs à poquets* sont employés pour certaines cultures sarclées, comme celle de la betterave, où les plantes doivent être écartées d'une longueur déterminée dans tous les sens ; dans la majorité des cas, on se borne à semer en lignes continues, à l'écartement voulu, et, après la levée, des ouvriers spéciaux passent dans les champs pour supprimer les plantes inutiles en ne laissant subsister que celles qui se trouvent à la distance nécessaire ; en général, ils respectent les plus belles sans se soucier beaucoup de leur écartement. Dans le semis en poquets, les trous qui reçoivent plusieurs graines sont creusés à des distances correspondant à l'écartement adopté ; après suppression des plants inutiles, les betteraves conservées sont plus régulièrement espacées que dans le cas précédent.

Plusieurs systèmes de semoirs à poquets déjà connus figurent à l'Exposition. Le semoir de Frennet-Wauthier (Belgique) a été construit pour éviter que les racines des jeunes plants du poquet s'enchevêtrent, et que, lors du « démariage », le plant conservé soit blessé. C'est une machine qui sème, non pas en poquets proprement dits, mais plutôt en lignes discontinues, comme l'indique la figure 6. Il comporte, en

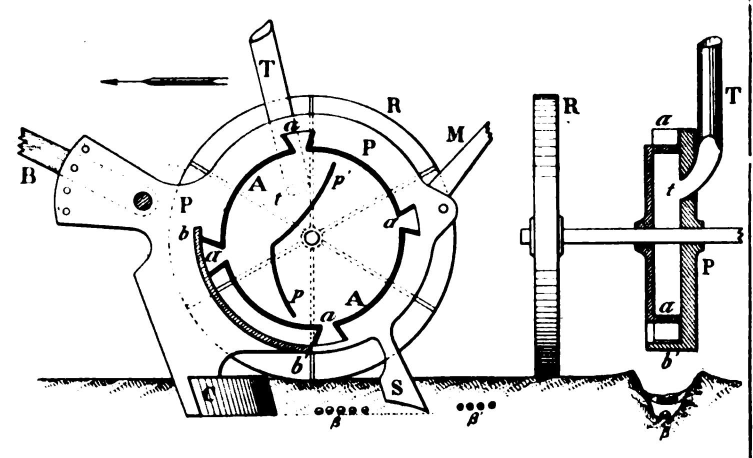



Fig. 6. — Principe du semoir à poquets de Frennet-Wauthier.

A, tambour muni des quatre orifices *a* ; — *bb'*, cylindre-jante ; — P, contre-plaque fixe, formant bâti, qui ferme latéralement le tambour A et laisse passage au tube de descente T ; — *t*, débouché de ce tube ; — *pp'*, nervure de la contre-plaque empêchant les graines de tomber directement ; — B, brancard réglable ; — C, coutre ouvrant un sillon que le petit scarificateur S referme après la chute des graines ; — R, roue porteuse sur laquelle est calé le tambour A ; — M, mancheron de direction ; — β, β', poquets de graines de betterave.

somme, deux distributeurs distincts : le premier, non représenté sur la figure, est un distributeur ordinaire à cuillères, qui déverse les graines de betteraves dans le tube T ; celui-ci les conduit dans un tambour entraîné par les roues porteuses et muni d'ouvertures périphériques, dont la distance correspond à l'écartement à donner aux plants ; les ouvertures sont obturées, pendant un quart de la révolution, par une portion de cylindre faisant office de jante, et qui ne laisse tomber les graines déversées continuellement par le distributeur à cuillères que lorsque l'orifice arrive au niveau du bord inférieur *b*. La légende qui accompagne le croquis suffira, sans plus de détails, pour faire comprendre le fonctionnement de l'appareil.

3° Machines effectuant les travaux d'entretien. — Dans cette catégorie figurent principalement : les houes, les essanveuses, les pulvérisateurs, les soufreuses, et enfin le nouveau matériel d'artillerie agricole.

*a) Houes.* — Destinées à ameublir très superficiellement le sol et à le débarrasser de la végétation adventice, elles ne diffèrent des scarificateurs, extirpateurs, etc., que par la disposition spéciale du bâti qui doit permettre à l'instrument de travailler le sol sur une largeur plus ou moins considérable, dépendant principalement des dimensions des interlignes où il doit passer. Quant aux pièces travaillantes leur forme ressemble beaucoup à celle des lames de scarificateurs d'extirpateurs et de cultivateurs ; on tend de plus en plus à les fixer, comme pour ces dernières machines, sur des manches flexibles.

*Houes à un rang.* — Les machines de ce genre figurant à l'Exposition se rapportent à deux types. L'un, le plus employé, est à *expansion angulaire*, avec deux âges articulés à l'avant de l'instrument, et dont les parties postérieures s'éloignent ou se rapprochent au moyen de bielles actionnées par un levier ou une manivelle, ou encore reliées à une coulisse. L'autre type, à *expansion parallèle*, ne comporte qu'un âge, mais les manches supportant les lames de houes sont coudés à angle droit et peuvent coulisser dans des colliers fixés sur l'âge, contre lequel ils sont maintenus par des vis de pression.

*Houes multiples.* — D'assez nombreux modèles de houes multiples figurent dans les diverses sections française ou étrangères. Un dispositif très recommandable, et qui tend à se répandre, consiste à utiliser l'avant-train des semoirs en lignes comme avant-trains de houes ; non seulement cette combinaison réduit la dépense d'acquisition, mais elle permet à l'agriculteur de travailler avec la houe un nombre de rangs égal à celui que sème le semoir. C'est d'ailleurs une précaution très utile, quoique rarement prise, que de choisir pour les houes multiples un nombre de rangs égal à celui que comporte le semoir, ou un sous-multiple exact de ce dernier ; sans cela, les groupes de lignes tracées par le semoir n'étant pas rigoureusement parallèles entre eux, si la houe a un nombre de rangs différent, elle peut détruire en passant les plantes des lignes en discordance.

En somme, quoique assez nombreuses, ces machines ne réalisent pas de grandes améliorations sur celles précédemment exposées. Dans la section danoise figure cependant une houe à deux rangs (Christoffersen) munie d'un petit appareil supplémentaire assez intéressant : c'est un *protège-lignes*, formé de disques circulaires verticaux qui abritent les plants contre la terre soulevée par les lames.

On peut également rattacher aux houes des machines assez particulières, d'ailleurs encore peu employées, qu'on désigne sous le nom de *régénérateurs de prairies*. Elles se composent de lames de scarificateurs très étroites et très rapprochées, montées sur une traverse formant la base d'un bâti triangulaire. On utilise ces régénérateurs dans les vieilles prairies peu productives ; ils permettent à l'atmosphère du sol de se renouveler, et la végétation reprend avec plus d'activité.

*b) Essanveuses.* — Ce sont des machines destinées à détruire les sanves (*Sinapis arvensis*), qui envahissent les cultures de céréales et diminuent notablement les récoltes. Elles consistent en un tambour rotatif à claire-voie sur lequel sont montées, en hélice, des lames à bord fortement dentelé et tranchant ; la machine est montée sur essieu et les roues porteuses actionnent le tambour par l'intermédiaire d'engrenages multiplicateurs. On règle la hauteur du tambour de façon à ne pas écimer la céréale et l'on fait passer la machine dans le champ avant que les graines de sinapis soient formées.

Bien que la destruction ne soit pas radicale, l'emploi de ces machines se serait certainement généralisé dans les régions avoisinant Paris, où la sanve constitue un véritable fléau ; mais, il y a environ deux ans, on a découvert un procédé de traitement plus efficace et moins coûteux, qui a en outre l'avantage de faire disparaître également les chardons : c'est l'aspersion au moyen de solutions faibles (5 % environ) de sulfate de cuivre. Aussi les essanveuses ne figurent-elles qu'en nombre très restreint à l'Exposition.

*c) Pulvérisateurs.* — Ces instruments, qui ont fait leur apparition au moment de la découverte des propriétés préventives du sulfate de cuivre contre le mildiou de la vigne, deviennent d'un emploi de plus en plus fréquent, non seulement en viticulture, mais en agriculture et en horticulture, pour le traitement du mildiou, du black-rot, de la maladie des pommes de terre et des tomates, pour la destruction des sanves et des chardons, etc. Ils se composent d'un réservoir d'où le liquide, sulfate de cuivre ou bouillie cuprique, s'écoule avec une certaine pression vers un ajutage particulier. Suivant l'importance des superficies à traiter, la capacité des récipients est plus ou moins considérable.

Les plus petits sont les appareils *à main*, réservés aux jardins et à la très petite culture ; les plus couramment employés sont les appareils *à dos d'homme*, qui se portent au moyen de bretelles et dans lesquels la pression est fournie par une petite pompe à air que l'ouvrier actionne d'une main pendant qu'il dirige de l'autre le jet pulvérisé. Pour la moyenne culture, on trouve des appareils *à bât*, se montant sur le dos d'animaux de trait ; ils sont, en général, formés de récipients très étanches dans lesquels une pompe spéciale, servant à la fois pour l'air et les liquides, et montée sur un banc ou sur la charrette qui transporte les tonneaux de bouillie cuprique, comprime tout d'abord de l'air (à 2 kilogr. environ), puis refoule le liquide. Enfin, pour la très grande culture, on emploie des appareils *à traction*, composés de tonneaux de grande capacité, qui sont souvent pourvus chacun d'une pompe.

*d) Soufreuses.* — Ces machines servent à répandre sur les arbres fruitiers et sur les vignes des poudres fines de soufre pur (oïdium) ou de mélanges sulfo-cupriques (oïdium et mildiou). Elles se composent toutes, en principe, d'un réservoir à la partie inférieure duquel se trouve une grille animée de mouvements alternatifs et dont les trous sont constamment nettoyés par une brosse; la poudre traverse la grille et tombe dans une cavité où elle est soumise à l'action d'un fort courant d'air qui l'entraîne vers un tuyau flexible terminé par une lance à palette. Le courant d'air est produit par un soufflet à simple ou à double effet, très souvent placé au-dessus du réservoir, et qui est actionné par l'ouvrier, à la façon des pompes de pulvérisateurs, si l'appareil est à dos d'homme, ou par les roues, si la machine, à grand travail, est à traction animale.

Les modèles de pulvérisateurs et de soufreuses qui figurent à l'Exposition sont extrêmement nombreux; ils ne diffèrent, en général, que par des détails peu importants.

*e) Artillerie agricole.* — Sous cette dénomination retentissante, on désigne le matériel de canons et de pièces d'artifices employé pour préserver les récoltes des ravages de la grêle. L'idée première du tir à poudre contre les nuées à grêle remonte à l'ingénieur français Quinquet; mais ce n'est pas en France qu'on l'a mise d'abord en pratique: les vignerons dalmates et autrichiens nous ont devancés dans cette voie. Il est juste de reconnaître que le monde agricole français se préoccupe beaucoup de la question, et que le Ministère de l'Agriculture vient d'ordonner une enquête scientifique dans les pays où l'artillerie agricole est en honneur.

Les spécimens exposés, d'ailleurs très peu nombreux, de canons contre la grêle, figurent dans la section de viticulture française (ancienne Galerie des Machines, classe 36) et dans la section italienne à l'annexe de Vincennes. Ils consistent en une solide boîte métallique, reposant sur un trépied robuste et contenant une culasse mobile à bascule ou à tabatière. La volée est constituée par un tube tronconique en tôle, dressé verticalement sur la boîte, la partie la plus large étant tournée vers les nuages. La charge couramment employée est de 60 à 100 grammes de poudre par coup; le bombardement, au moyen de batteries réparties sur la superficie des territoires menacés, doit commencer un peu avant le début de l'orage. Il semble que les vibrations produites par ces violentes détonations amènent des perturbations dans l'état électrique des nuages, et rendent impossibles les phénomènes, d'ailleurs très peu connus, auxquels plusieurs auteurs attribuent actuellement la formation des grêlons. Toujours est-il que, depuis quatre ou cinq ans, grâce au tir contre la grêle, en Dalmatie, il n'a plus été perdu aucune récolte dans les régions les plus exposées, et qu'il n'y a même plus été constaté un seul cas de chute de foudre. On comprend dès lors l'intérêt que présente une pareille question pour le public agricole; l'administration des finances livrant pour cet usage, exceptionnellement, la poudre de guerre noire à 0 fr. 30 le kilogr., ce procédé de protection, qui paraît si efficace, n'est pas très dispendieux, et, en tout cas, est beaucoup moins coûteux que les assurances.

G. Coupan,
Ingénieur-Agronome,
Répétiteur-Préparateur à l'Institut Agronomique.

*(A suivre.)*

---

## PARTICIPATION DES PUISSANCES ÉTRANGÈRES

### ALLEMAGNE

L'Allemagne a pris une part très considérable à l'Exposition universelle de 1900 et ses industriels occupent dans les différentes sections une place remarquable, non seulement par l'importance des produits exposés, mais aussi par la variété et la qualité de ces produits.

**Pavillon de la rue des Nations.** — Le Palais officiel édifié par le Gouvernement allemand (fig. 1 et 2), dans la rue des Nations, entre les

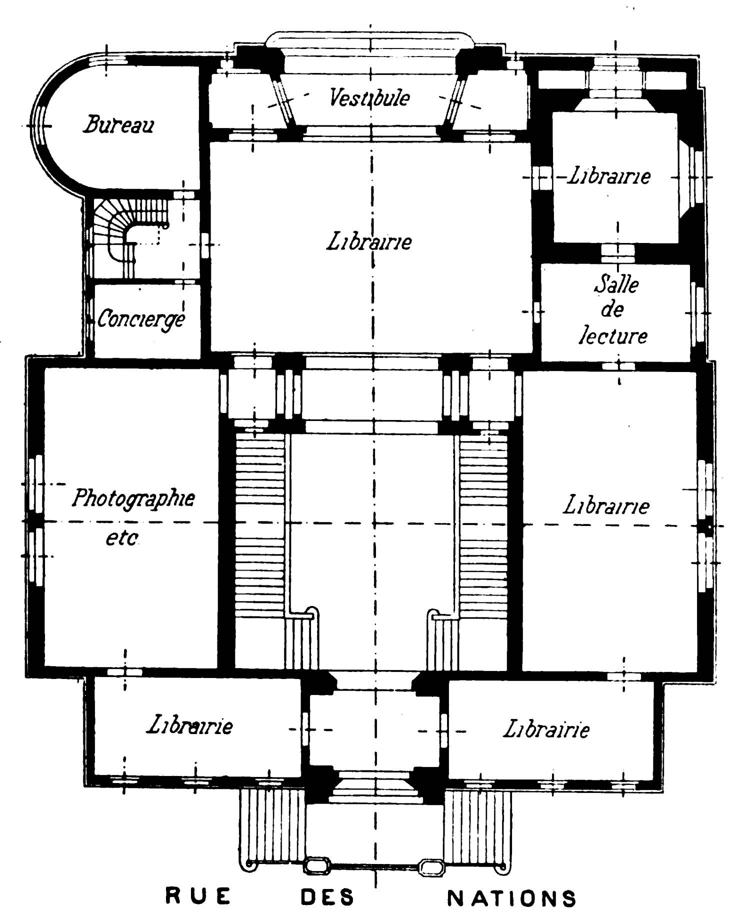



Fig. 1. — Plan du rez-de-chaussée du pavillon de l'Allemagne.

pavillons de la Norvège (1) et de l'Espagne, est construit dans le style de la Renaissance allemande. C'est un des monuments les plus curieux et les plus intéressants de la rive gauche de la Seine; chacune de ses quatre façades est ornée de motifs décoratifs rappelant ceux qui existent dans les vieilles villes germaniques. Les plans en sont dus à M. Johannès Badké, architecte du Ministère impérial des Postes. Sa construction a été confiée à la maison Philipp Holtzmann, de Francfort-sur-le-Mein, et la décoration au peintre R. Böhland, de Berlin.

L'emplacement occupé par cette construction est de 700 mètres carrés, et la hauteur de la flèche principale du monument atteint 75 mètres au-dessus du niveau de la Seine.

L'édifice comporte un rez-de-chaussée (fig. 2) et un étage qui se divisent chacun en plusieurs salles, dans lesquelles sont exposés des photographies, des livres, des documents concernant les caisses de retraite et de prévoyance, et des œuvres d'art du XVIIIe siècle provenant des collections de Frédéric-le-Grand et appartenant à l'empereur d'Allemagne. Parmi ces richesses artistiques, nous nous bornerons à citer des toiles célèbres de Watteau, de Lancret, de Pater et de Chardin; des œuvres des sculpteurs Adam, Girardon, Houdon; des pendules, des vases de marbre et de porphyre, et d'autres objets d'une inestimable valeur, dus également à l'art français. La décoration des principales salles est du style Louis XV et rappelle celle des plus belles pièces du château de Potsdam.

**Expositions dans les différents groupes.** — Les différentes expositions faites par l'Allemagne sont si variées qu'il ne nous est guère possible d'en donner ici un aperçu détaillé; nous nous bornerons donc à signaler dans les différents groupes les expositions qui sont le plus de nature à intéresser les lecteurs du *Génie Civil.*

Groupe III. — L'Allemagne a pris une large part dans les perfectionnements réalisés pendant ces dernières années, en tout ce qui concerne les *Lettres*, les *Sciences* et les *Arts;* elle nous montre une exposition très complète des différents instruments et méthodes relatifs à ces branches. Dans les classes 15 et 16, on remarque ses instruments de physique, de géodésie et d'astronomie; des appareils d'optique pour la mesure de la polarisation, pour la spectroscopie, la photographie et les projections, ainsi que de grands objectifs pour longues-vues et télescopes, et enfin des instruments de chirurgie très perfectionnés.

Groupes IV et V. — Les nombreuses et puissantes machines à vapeur et dynamos, exposées par les usines allemandes, ont attiré l'attention de tous les constructeurs, et constituent, au Champ-de-Mars, une exposition des plus remarquables; certaines d'entre elles fonctionnent devant les visiteurs et entrent dans la composition des groupes électrogènes participant à la fourniture de l'énergie électrique consommée pour le service de l'Exposition.

Parmi les plus importants de ces groupes, nous signalerons plus particulièrement: le groupe de 2 500 chevaux, formé par la machine à vapeur des ateliers Borsig, de Berlin, et l'alternateur Siemens et Halske, dont une description détaillée a déjà été donnée dans le *Génie Civil* (1); le groupe de 3 000 kilowatts, formé par la machine à vapeur de la Société d'Augsbourg-Nuremberg, et l'alternateur de la Société Hélios, également décrit dans le *Génie Civil* (2); une machine verticale, à triple expansion, de la Société d'Augsbourg-Nuremberg, de 2 000 chevaux, actionnant d'un côté une dynamo de 900 kilowatts et de l'autre côté un alternateur de 850 kilowatts provenant de la Société Schukert et Cie, de Nuremberg; enfin une autre machine verticale compound

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 19, p. 345.

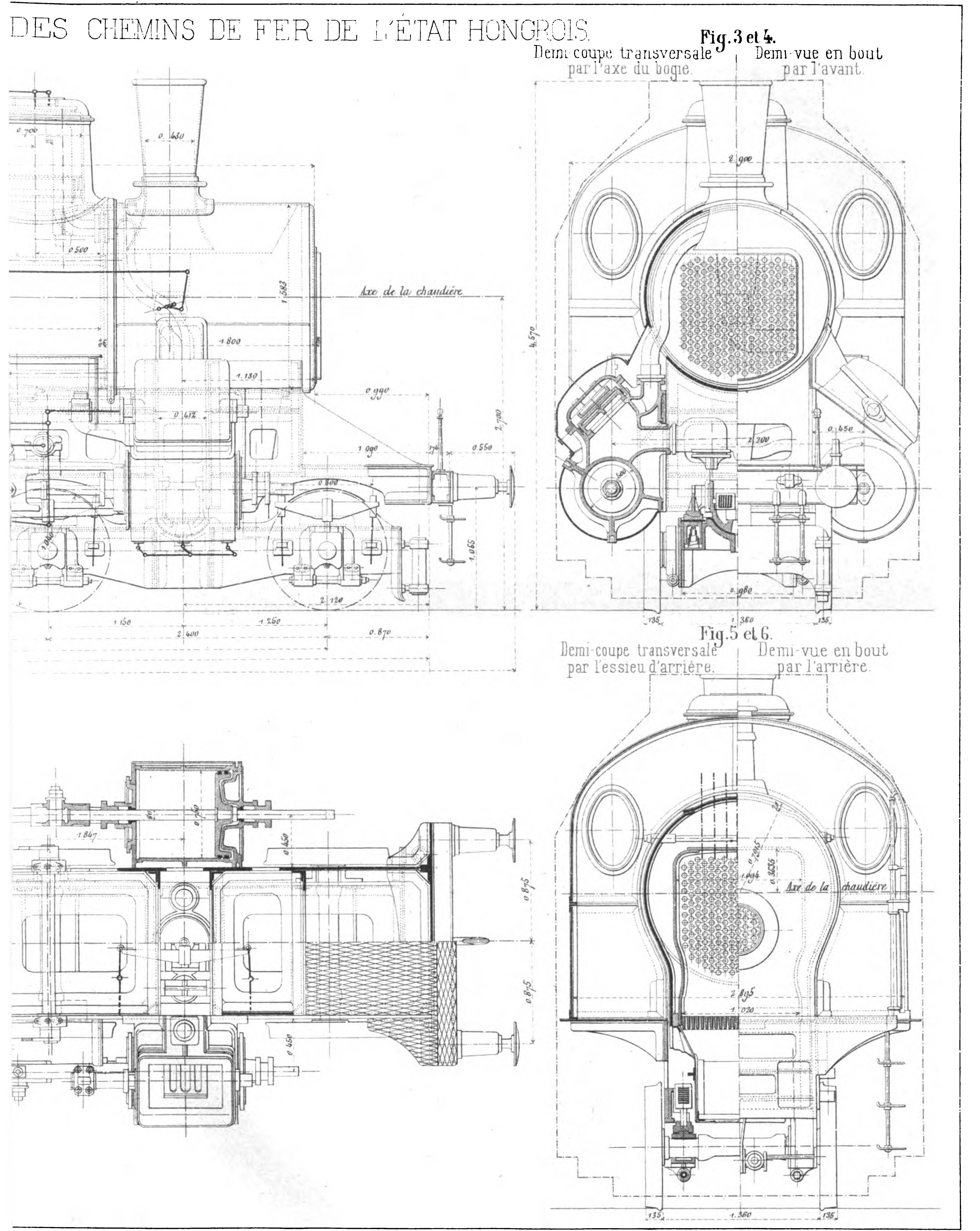
(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 7, p. 109.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 13, p. 225.

# LOCOMOTIVE COMPOUND À GRANDE VITESSE N°

**Fig. 1.** Vue en élévation de la machine



**Fig. 2.** Vue en plan du mécanisme et du ch




(8720) Imp. A Gentil, 188, fb S^t Denis. Paris.

# LOCOMOTIVE COMPOUND À GRANDE VITESSE N° 70

**Fig. 1.** Vue en élévation de la machine

Axe de la chaudière

Longueur totale de la chaudière 9 200

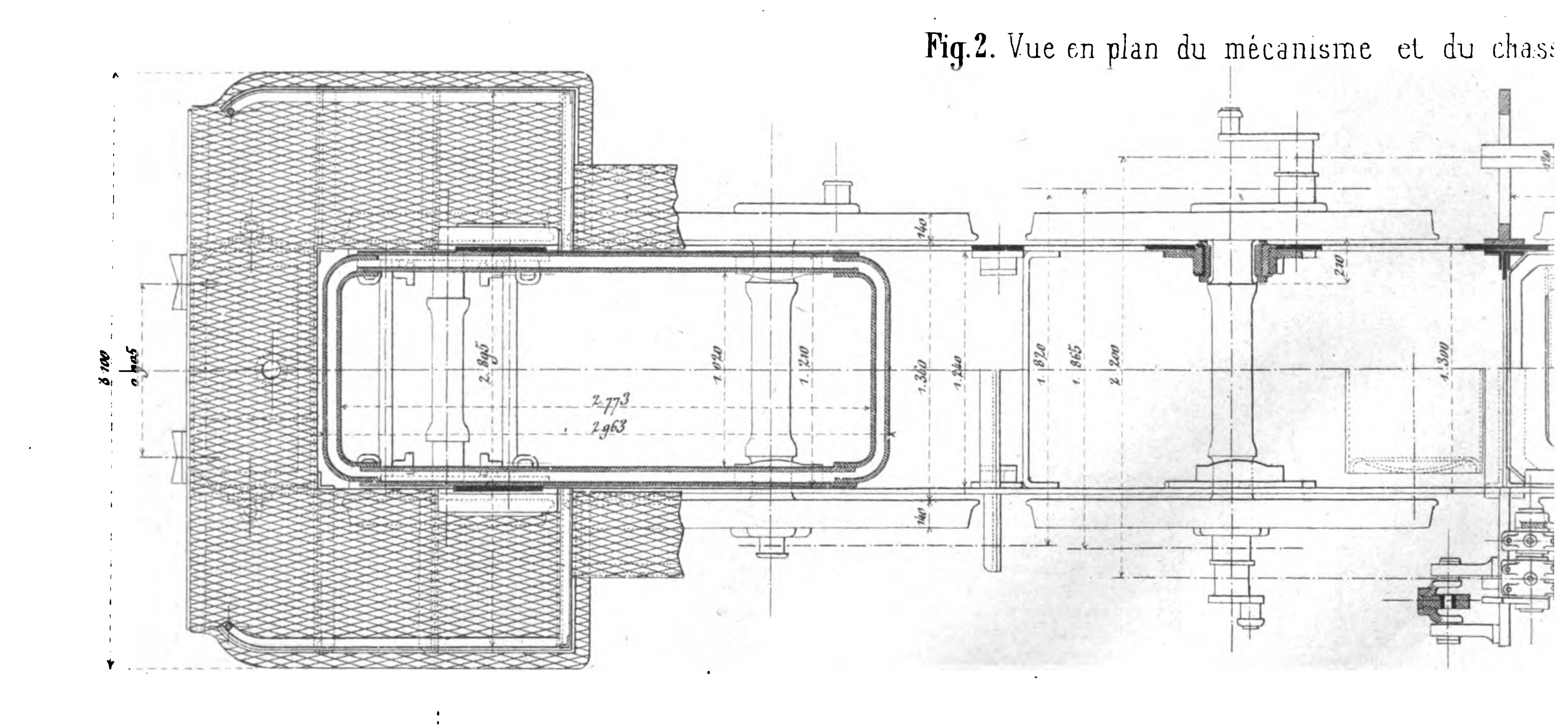
Nombre des tubes 239

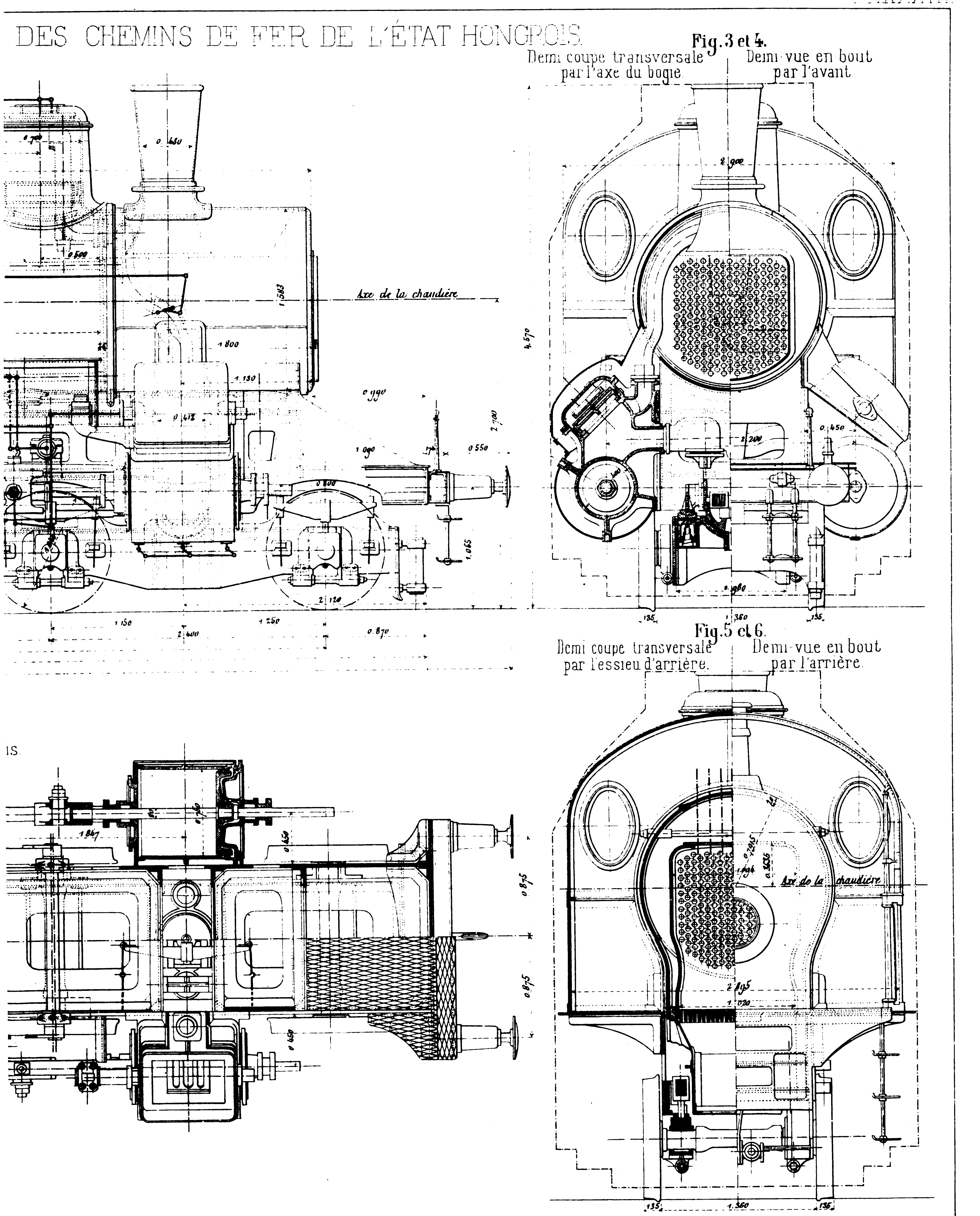
Écartement des essieux extrêmes 8.665

Longueur totale du longeron 10.885

11.609

**Fig. 2.** Vue en plan du mécanisme et du chass






(8720) Imp. A. Gentil, 188, fb St Denis. Paris.

de 1500 chevaux, exposée également par la Société Augsbourg-Nuremberg, et actionnant un alternateur du système Lahmeyer, de Francfort-sur-le-Mein.

Dans la salle de l'usine Suffren (¹), les maisons Berninghaus, Simonis et Lanz, Steinmüller, H. Paucksch et Petzold ont installé des chaudières qui contribuent à la fourniture de la vapeur consommée par les groupes électrogènes. L'une des chaudières Berninghaus, notamment, est timbrée à 12 atmosphères et est à triple retour de flamme.

Enfin, on remarque également dans la section allemande diverses machines motrices de tout genre, un moteur à gaz accouplé à une dynamo à courant continu, et un nombre considérable de pièces de rechange appropriées à toutes les exigences et réparations de cette machinerie.

Les machines-outils provenant des diverses usines allemandes, et destinées à travailler les métaux et le bois, sont en assez grand nombre et représentent les types les plus divers. Parmi les machines spéciales, on remarque des machines à graver les rouleaux d'impression et à imprimer les tissus, mues par l'électricité.

L'Allemagne se trouve au premier rang pour les différentes applications de l'électricité. Ses Ingénieurs ont eu une grande part dans les perfectionnements et transformations apportés dans la production mécanique et l'utilisation des courants électriques. Dans ces dernières années, des Sociétés considérables se sont formées en Allemagne; elles exécutent pour environ 300 millions de francs de commandes chaque année, et l'une des principales, la Société Siemens et Halske, au capital de 125 millions de marcs, emploie 8000 ouvriers.



Fig. 2. — Façade sur la Seine du pavillon de l'Allemagne.

Dans les autres classes relatives à l'*Électro-chimie*, à l'*Éclairage électrique*, à la *Télégraphie* et à la *Téléphonie*, l'exposition allemande est également des plus complètes et des plus variées.

*Dans les applications diverses de l'électricité*, on remarque des câbles sous plomb armés pour tensions jusqu'à 20000 volts, une machine à graver en relief au moyen de l'électro-chimie; de nombreux échantillons de fils ténus en platine, en argent et en fer; des indicateurs de courants et de tension et autres appareils de mesure.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 23, p. 357.

Groupe VI. — Les grandes maisons de construction d'Allemagne tiennent une place des plus importantes dans le groupe VI. Des plans et dessins de toutes sortes représentent des ouvrages métalliques divers de grandes dimensions, et l'intelligence de quelques-uns d'entre eux est facilitée par des modèles.

Nous signalerons notamment les dessins et modèles des ponts du Rhin (¹), à Bonn et à Dusseldorf, et du viaduc de Müngsten (²); des plans, coupes et élévations de différents chantiers, travaillant à l'air comprimé pour établissement des fondations.

Les dessins relatifs aux travaux exécutés pour l'amélioration des cours d'eau et la création des canaux sont aussi très nombreux, ce à quoi il fallait s'attendre, étant donnés les très importants travaux exécutés en Allemagne depuis un quart de siècle. Nous citerons les dessins relatifs au canal de Dortmund à l'Ems et un modèle de l'ascenseur à flotteur d'Henrichenburg, décrit l'année dernière dans le *Génie Civil* (³); les dessins relatifs au canal de l'Elbe à la Trave, au canal de Kiel ou de l'Empereur-Guillaume (⁴), au canal maritime de Königsberg et enfin aux travaux d'amélioration de l'Oder supérieur, au port de Mannheim, etc.

Le matériel des chemins de fer composant l'exposition allemande à Vincennes, réunit tous les perfectionnements qui existent dans le matériel du même genre exposé par les différentes nations. Nous citerons notamment une locomotive compound à huit roues pour trains omnibus; une autre locomotive à grande vitesse à six essieux, avec mécanisme auxiliaire système Krauss, qui a déjà été décrite dernièrement dans le *Génie Civil* (⁵); des wagons-salons ayant tout le confort désirable, dont l'un avec installations spéciales pour le transport des malades; une locomotive électrique, etc.

La marine allemande a pris un très grand développement depuis un quart de siècle. Tandis qu'en 1873 le tonnage total des ports de l'Allemagne n'était que de 12 millions de tonnes, il atteignait, en 1898, 35 millions de tonnes. De grands chantiers de construction de navires ont été créés dans ce pays, et le plus important d'entre eux, celui de Bredow, près de Stettin (Société Vulcan), occupe plus de 7500 ouvriers. De nombreux modèles de différentes catégories ont été exposés soit par ces ateliers, soit par les Compagnies de navigation.

Groupe IX. — Les *forêts* de l'Allemagne occupent un quart de la superficie de l'empire; elles contiennent toutes les essences propres aux nécessités des différentes constructions. L'exploitation de ces forêts se fait par de nombreuses Sociétés et elle est toujours soumise au contrôle de l'État qui, au moyen de règlements sévères, l'a rendue méthodique et a assuré la conservation des forêts. Dans ce groupe IX, l'exposition allemande est variée et comporte divers échantillons : chêne, hêtre, sapin, etc.

Groupe XI. — L'exploitation des *mines* et la *métallurgie* occupent en Allemagne une des premières places parmi les différentes branches de l'industrie. La production du charbon, en 1898, a été de 96 millions de tonnes et celle du fer de 7400000 tonnes. On remarque surtout, parmi les produits exposés dans les sections allemandes, des échantillons de minerais et de métaux divers et diverses machines pour l'exploitation des mines ou le travail des métaux.

Groupe XII. — Un vaste emplacement a été réservé à l'Allemagne dans le Palais de la *Décoration et du Mobilier* et les architectes allemands ont apporté le plus grand soin dans la décoration des salles réservées aux arts de l'ameublement.

Dans les différentes pièces du rez-de-chaussée, on remarque de nombreux meubles d'un travail fini, voulant rappeler le style Louis XV; la céramique est représentée par des porcelaines de tous genres, notamment par celles de Saxe; des instruments de musique de toutes sortes dépeignent bien la vieille Allemagne poétique et musicale.

L'escalier conduisant à l'étage se fait remarquer par son originalité : on y a ménagé, dans son parcours, de petites pièces meublées, pouvant servir de cabinet de travail, de petit salon et de lieu de repos; inconnu en France, ce genre d'aménagement des escaliers est assez répandu en Allemagne.

Le premier étage composé de plusieurs pièces et d'une galerie principale contient également une exposition de meubles, d'instruments de musique, et de nombreux jouets provenant des fabriques si réputées de Nuremberg. On y remarque aussi des objets d'art en cuivre, artistement travaillés.

Dans les différentes expositions composant les classes 67 à 70, mentionnons les vitraux, les mosaïques, les peintures sur verre, la vitrerie d'art et d'ornementation, ainsi que des tableaux en verre double.

Groupe XIII. — *L'industrie textile* occupe peut-être la première place parmi les industries de l'Allemagne. D'après la statistique de 1895, cette industrie englobait 248617 exploitations dont 162569

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 3, p. 33 et n° 4, p. 49.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 9, p. 133.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 23, p. 369.
(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 7, p. 100.
(5) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 15, p. 265.

appartenant à l'industrie à domicile. Toutefois le nombre de ces dernières, très répandues dans les montagnes de Saxe, de Silésie, de Bavière, etc., ne cesse de diminuer, car elles ne peuvent lutter avec la concurrence de la fabrication en grand. En 1895, l'exportation des marchandises textiles fabriquées en Allemagne s'est élevée à 253 749 tonnes, d'une valeur totale de 779 472 000 marcs.

En outre des échantillons de leurs divers tissus, les industriels allemands ont exposé des machines à filer le coton, à fabriquer la passementerie, à broder, à tricoter, etc.

Groupe XIV. — L'Allemagne est peut-être, actuellement, le pays où *l'industrie chimique* a pris le plus grand essor. La valeur des produits chimiques exportés a été de 227 millions de marcs en 1889 et de 340 millions de marcs en 1898, tandis que celle des produits importés n'a été que de 107 millions de marcs en 1889 et de 105 millions de marcs en 1898. On voit que pendant ces neuf dernières années, les exportations ont augmenté d'environ 50 °/₀, tandis que les importations restaient stationnaires.

Les chimistes allemands ont exposé de nombreux échantillons de leurs produits, parmi lesquels on remarque les matières colorantes dérivées du goudron de houille, les essences et parfums artificiels et les produits pharmaceutiques.

Après les États-Unis, l'Allemagne est le pays qui produit le plus de *papier;* sa production annuelle est de 156 millions de tonnes, dont 124 millions sont consommés dans le pays. Parmi les machines exposées, on remarque une calandre à sept laminoirs et une machine à teindre, d'une maison d'Offenbach-sur-le-Mein.

Groupe XVIII. — L'Allemagne occupe une place importante dans l'Exposition des *Armées de terre et de mer*. L'artillerie, le génie maritime, l'hydrographie, les services d'administration militaire et de santé y figurent avec tous les renseignements de nature à faire ressortir l'importance de ces différents services.

Des uniformes des différents États composant l'empire, forment une collection montrant les transformations réalisées depuis la guerre de Trente ans. On remarque aussi divers projecteurs à double réflecteur, des machines pour la fabrication des cartouches pour fusils et pièces d'artillerie, un modèle de l'hôpital de Potsdam, etc.

Poitevin de Veyrière,
*Ingénieur civil.*

## MÉCANIQUE

### EXCAVATEUR EN FOUILLE

Parmi les machines exposées dans le Palais du Génie civil et des Moyens de transport, figure un excavateur monté et possédant tous ses organes, qui provient des ateliers de la maison A. F. Smulders, de Rotterdam (Hollande).

Cet appareil (fig. 1 à 4) est construit pour travailler en fouille; cependant, en le munissant d'une petite élinde il peut servir au décapement d'une cunette ayant au moins 11 mètres de largeur et atteignant 4m 50 de hauteur. Dans les conditions normales de travail, chacune de ses passes a 4m 80 de profondeur.

tance, par d'autres traverses intermédiaires. Cet ensemble constitue un assemblage de charpente métallique qui forme la plate-forme de l'engin et offre toute garantie de solidité.

Le parquet reposant sur cette charpente est en tôle de fer striée. Sa longueur est de 9m 45, et des consoles en fer étiré, adaptées latéralement à cette plate-forme, permettent d'obtenir une largeur de 2m 90.

Le châssis repose sur quatre essieux, dont trois sont munis chacun de trois roues. Le quatrième essieu, qui se trouve au-dessous de la charpente principale, n'est muni que de deux roues ordinaires; mais il possède en outre deux petites roues de support portant sur le troisième rail et servant à augmenter la stabilité de l'excavateur et à diminuer la charge sur les paliers. Cette disposition permet de diminuer la charge en contrepoids, qui est placée dans un caisson se trouvant du côté opposé à l'élinde.

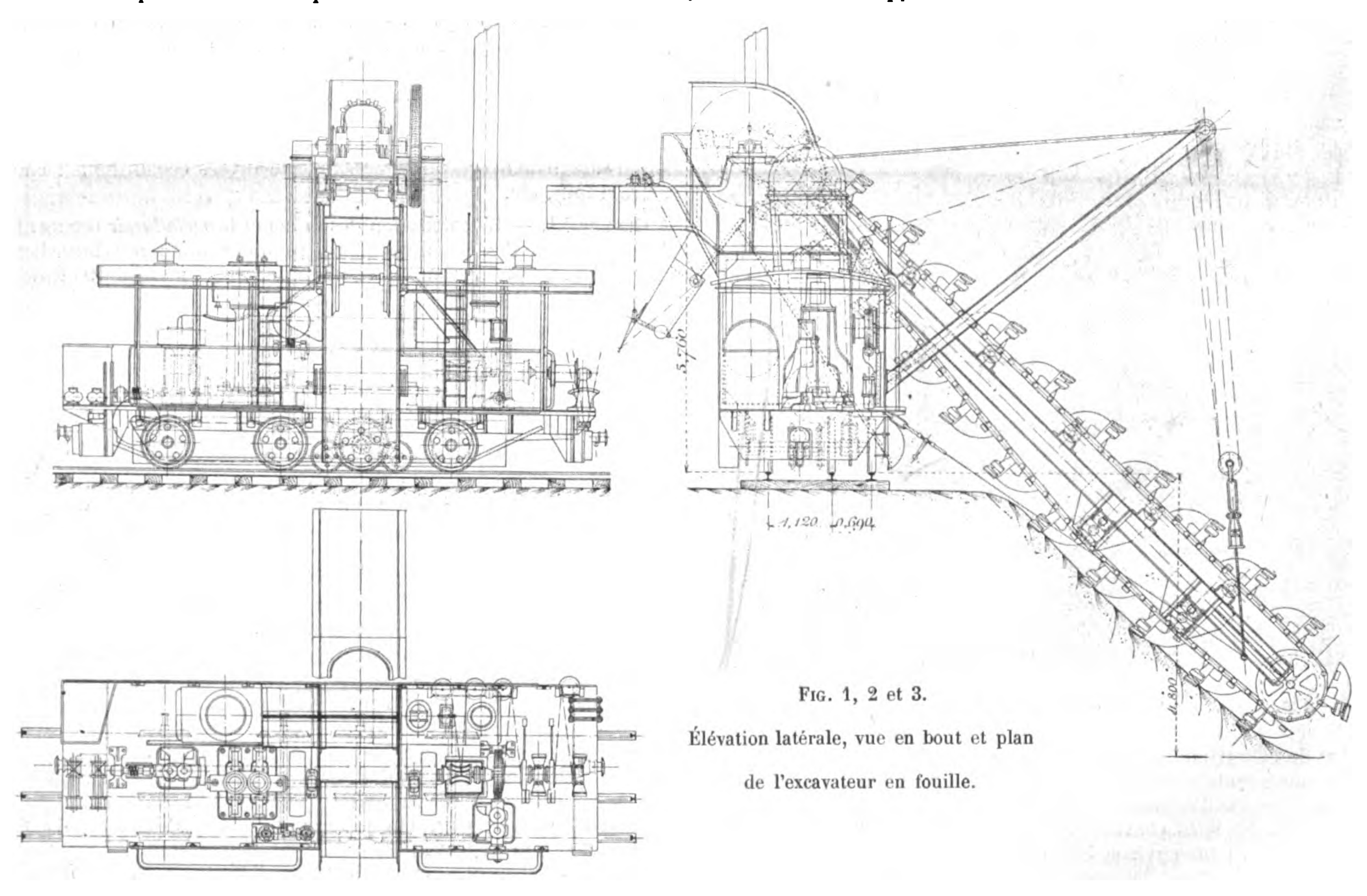



Fig. 1, 2 et 3.

Élévation latérale, vue en bout et plan de l'excavateur en fouille.

Cet excavateur se compose d'un châssis avec ses accessoires, et d'une charpente principale sur laquelle sont montés les appareils d'excavation proprement dits. Son fonctionnement est assuré par quatre machines à vapeur distinctes, à savoir : la machine principale actionnant la chaîne des godets; celle pour l'avancement sur les voies ; une troisième servant à la manœuvre des tambours pour le chargement des wagons ; et enfin la machine destinée au fonctionnement de l'élinde. Une chaudière à vapeur, avec ses appareils d'alimentation et autres accessoires, alimente ces quatre machines.

Le châssis, solidement construit, est formé de deux longerons reliés à leurs extrémités par deux fortes traverses, et, de distance en distance, par d'autres traverses intermédiaires.

Les essieux sont en acier forgé, les roues en acier coulé et les boîtes à graisse en fonte, avec coussinets en bronze.

Les extrémités arrière et avant du châssis sont munies d'appareils de traction et de butoirs, dont le centre se trouve à 0m 60 du rail.

La plate-forme est surmontée d'un abri en tôle pour garantir le personnel, et l'agencement des diverses parties du mécanisme est prévu de façon à permettre des communications faciles entre le mécanicien, le chauffeur et les autres préposés aux différentes manœuvres.

La transmission de la machine principale au tourteau supérieur se fait au moyen de courroies et non par engrenages; il en résulte que, si les godets rencontrent des pierres d'un trop fort volume pour leur

capacité, ou viennent buter contre des parties dures du terrain qu'ils ne peuvent entamer, les courroies glissent, ce qui évite des accidents soit aux godets, soit à leur chaîne.

L'appareil est muni de tambours de halage pour les trains à charger. Ces tambours sont disposés de telle sorte qu'ils ne peuvent être endommagés par les wagons formant le train. Ils sont mus par une secousses, et obligent les godets à mordre dans les terrains résistants.

Les godets ont une capacité de 180 décimètres cubes ; ils sont armés de griffes en acier forgé qui aident à désagréger les parties dures des terrains à draguer. Le rendement de l'excavateur, en admettant que 25 ou 30 godets puissent passer par minute sur le tourteau supérieur, serait de 110 mètres cubes environ par heure.

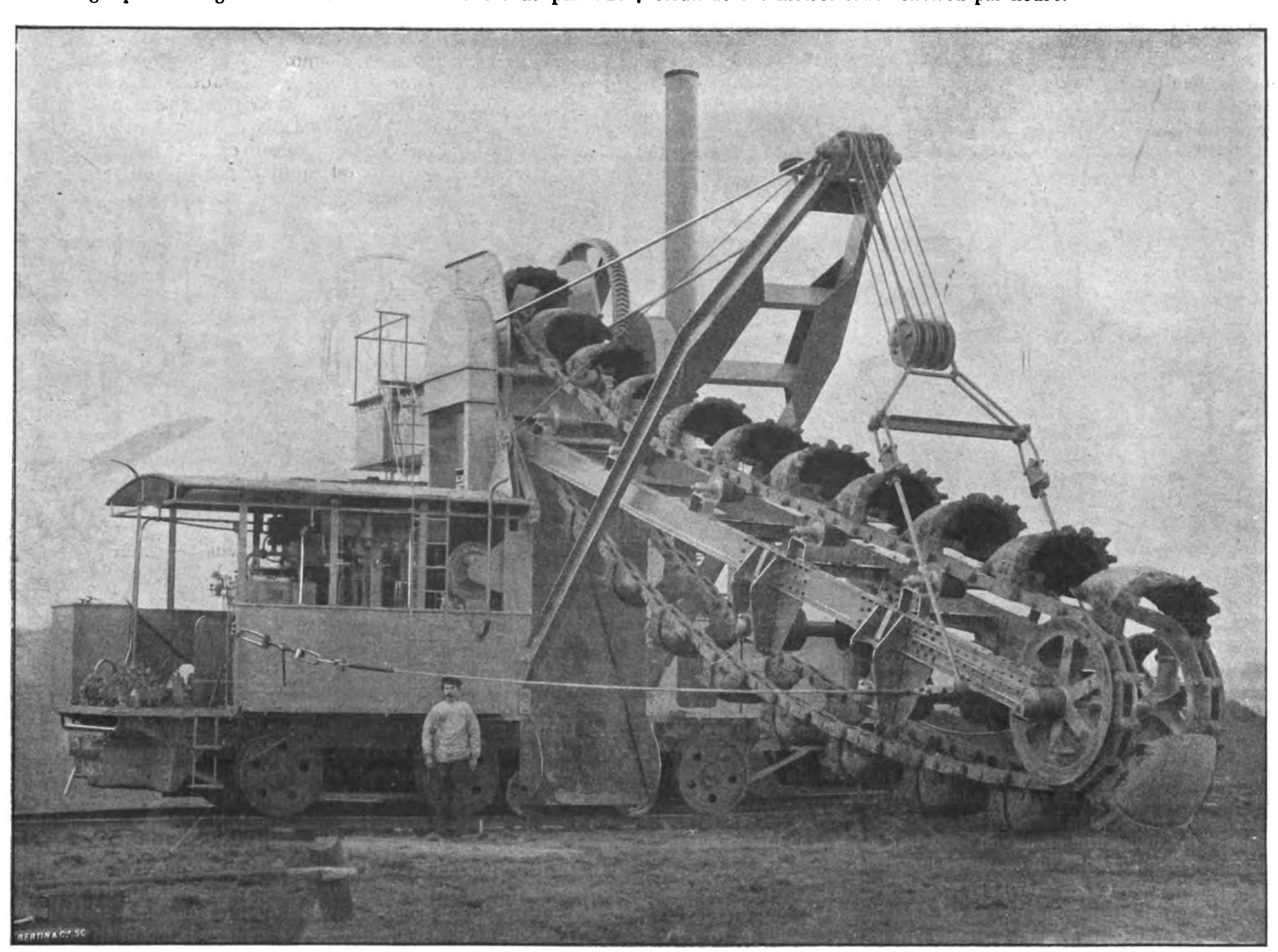


Fig. 4. — Vue d'ensemble de l'excavateur en fouille de la maison A. F. Smulders.

machine spéciale, et manœuvrés au moyen de leviers, tous placés sous la main du préposé à l'opération. Celui-ci s'occupe en même temps du contrôle du chargement des wagons.

Sous l'élinde, et à la partie inférieure de la chaîne des godets, sont placés deux rouleaux montés sur ressorts et contre lesquels s'appuie cette dernière. Ces rouleaux, augmentant son poids, diminuent les

De nombreux appareils de ce genre ont déjà été construits et fonctionnent dans tous les pays où l'excavation mécanique peut être avantageusement pratiquée. Celui qui est exposé est le douzième qui ait été construit pour le compte du Gouvernement néerlandais, Ministère des Colonies. Il est destiné aux travaux d'irrigation de la vallée du Solo, à Java (Indes néerlandaises).

---

## VARIÉTÉS

### Nouveau moulin à galets.

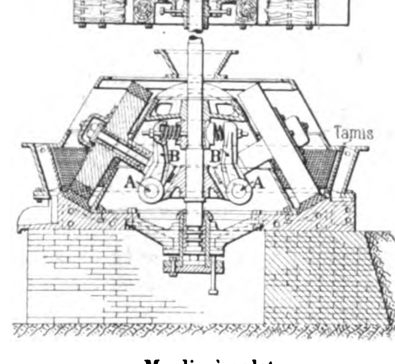
Le moulin, que représente la figure ci-jointe empruntée à l'*Engineering Record*, est destiné à la mouture de toute espèce de minerais et de matériaux réfractaires. Il se compose de quatre galets qui roulent, à raison de 45 révolutions par minute, sur un chemin annulaire, incliné à 30 degrés sur l'horizontale. Ces galets sont montés sur des arbres fixés à des leviers articulés sur des axes A, A. Les extrémités supérieures des leviers B, B sont reliées à un manchon coulissant sur l'arbre principal du moulin, par l'intermédiaire de ressorts qui tendent constamment à refouler ces leviers vers l'extérieur.

Chacun des galets a $1^{m}20$ de diamètre et $0^{m}23$ de largeur ; ils sont munis d'une jante de broyage en acier, qui peut être facilement remplacée lorsqu'elle est usée. Ces galets pèsent environ 2 300 kilogr. chacun, et ils sont pourvus d'un moyeu allongé avec garniture intérieure en métal anti-friction. Ils sont maintenus en position par de robustes arbres en acier, munis d'un palier de buttée à leur extrémité libre.

Extérieurement aux galets se trouve un tamis annulaire, incliné, supporté par une enveloppe en plusieurs parties.

Le tamis est composé du même nombre de segments que l'enveloppe, et ces segments sont fixés en position par une clavette. L'enveloppe peut d'ailleurs être facilement enlevée pour remplacer les galets.

Le moulin tel qu'il est représenté sur la figure ci-dessous, est disposé pour la mouture humide ; le produit, après avoir traversé le tamis, s'écoule hors du moulin par l'orifice que l'on voit sur la gauche.




Moulin à galets.

L'arbre principal du moulin a, à son extrémité inférieure, un palier de buttée, destiné à l'empêcher de se soulever sous l'action de la force centrifuge des galets. L'extrémité supérieure de cet arbre repose dans une crapaudine réglable et le moulin est actionné par l'intermédiaire de roues d'engrenages coniques.

Ce qui caractérise ce moulin, c'est l'emploi de galets agissant sur un anneau incliné, de telle sorte que la force centrifuge, développée par la rotation des galets autour de l'arbre principal, se trouve utilisée en même temps que le poids des galets, pour obtenir la mouture.

Comme on l'a vu, toutes les parties susceptibles d'usure sont faciles à remplacer, aussi ce moulin, qui est de construction très simple et très robuste, peut-il fonctionner longtemps sans détériorations graves. Il semble particulièrement approprié à la mouture du ciment Portland.

---

### Barrière de passage à niveau à commande tubulaire.

Les barrières de passage à niveau, constituées par deux paires de bras oscillants s'étendant en travers de la route et des trottoirs, sont généralement actionnées par l'intermédiaire de fils ou au moyen de l'air comprimé.

Celle que représentent les figures 1 à 3, empruntées à l'*Engineering News*, est, au contraire, actionnée au moyen de tuyaux rigides et de elle est maintenue par deux galets BB. La crémaillère engrène avec un secteur denté C, calé sur l'axe de la barrière. Cet axe repose sur deux supports oscillants anti-friction D ; sur ses extrémités, en dehors de la borne (fig. 3), sont calées deux plaques en fer E, auxquelles sont attachées les barres en bois qui constituent la barrière principale. Entre les extrémités des plaques E est monté un timbre, dont le marteau F est actionné par les dents d'un rochet G, de telle sorte que le timbre résonne lorsque le bras s'abaisse.

Le verrou adapté au levier de commande sert à empêcher l'ouverture de la barrière par une personne se trouvant sur la route.

Sur l'une des extrémités de l'axe de la barrière, en dehors de la borne est calé un secteur denté H engrenant avec un autre secteur J, calé sur l'axe du bras destiné à barrer le trottoir et qui est fixé à la plaque de fer K.

Chacun des bras principaux est équilibré par un contrepoids L, de

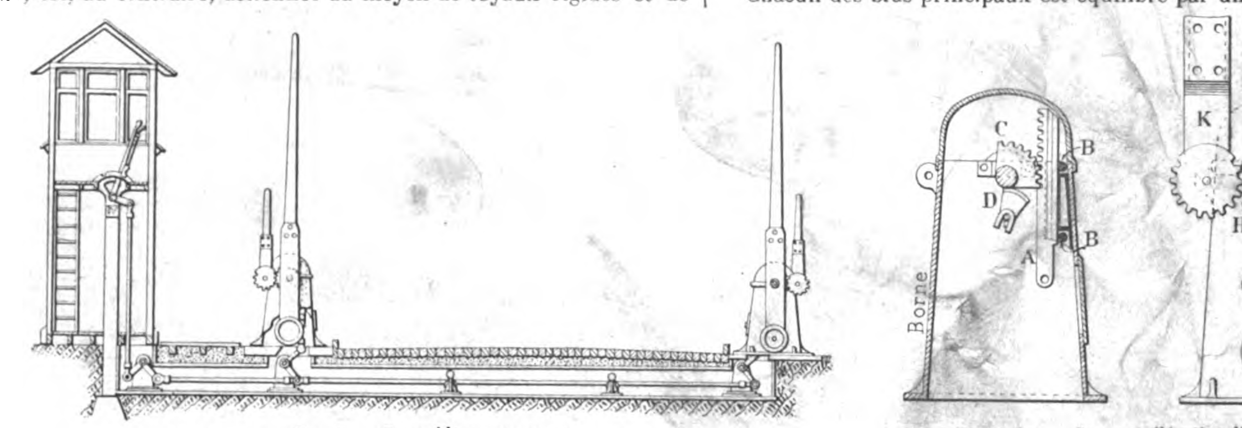



Fig. 1. — Ensemble vu en coupe. Fig. 2 et 3. — Coupe et élévation d'une borne.

Fig. 1, 2 et 3. — Barrière de passage à niveau à commande tubulaire.

leviers, comme ceux que l'on emploie habituellement sur les chemins de fer pour actionner les aiguilles.

Dans la cabine surélevée du garde-barrière est installé un levier à signal, muni d'un secteur, d'un verrou et de sa manette, et relié par un tuyau à gaz de 0m025 de diamètre et un renvoi de sonnette de 0m23 sur 0m23, au mécanisme de commande des bras de la barrière. L'axe du renvoi de sonnette a 0m022 de diamètre, et le tuyau qui passe sous la route est maintenu dans des supports du type de ceux que l'on emploie pour les commandes d'aiguilles.

Chacun des bras de la barrière est, comme on le voit sur la figure 1, supporté par une borne creuse en fonte qui contient le mécanisme de manœuvre et est muni d'un couvercle amovible.

Le mécanisme est constitué de la façon suivante :

Le tuyau vertical, partant du renvoi de sonnette situé au-dessous de la borne, est relié à une barre verticale en fonte malléable A (fig. 2), taillée d'un côté en forme de crémaillère, tandis que, de l'autre côté, 11kg350, adapté à l'extrémité des plaques E. Les bras latéraux sont, de même, équilibrés par un contrepoids de 5kg450.

Sur chaque borne est disposé un arrêt à ressort N, qui sert de tampon de choc pour les bras de la barrière, lorsqu'on les ouvre et qu'ils arrivent au bout de leur course.

Les tuyaux se déplacent de 0m12 pour faire tourner les axes de 90°, ce qui ouvre ou ferme la barrière. Afin d'éviter que la gelée empêche le fonctionnement de la commande et du mécanisme, les bornes et le caniveau où passe le tuyau sont reliés à l'égout ou à un tuyau de drainage.

Ce type de barrière a été imaginé par M. H. C. Wilson, Ingénieur chargé des signaux et des barrières du Grand Trunk Railway. Le but qu'il s'était proposé était d'éviter les difficultés que l'on rencontrait pour maintenir en service, pendant la mauvaise saison, les types de barrières usités jusqu'alors. C'est ainsi qu'il fut amené à utiliser les pièces des commandes d'aiguilles pour combiner le dispositif qui vient d'être décrit et qui a donné toute satisfaction.

---

### Relevage d'une machine locomotive tombée dans un canal.

Lors de l'accident qui s'est produit sur la ligne de Paris à Saint-Quentin, le 30 mai dernier, la locomotive d'un train de marchandises, après avoir été séparée de son tender, fut précipitée d'une hauteur de 8 mètres dans le canal de Saint-Quentin, avec le bogie de la locomotive de l'express qui l'avait tamponnée et les pierres de la bordure du pont du haut duquel elle était tombée. Couchée sur le flanc au fond du canal, resserré en cet endroit pour le passage sous le pont du chemin de fer, elle arrêtait complètement la navigation en un point où il passe plus de cent bateaux par jour.

Il nous a paru instructif et intéressant de donner quelques renseignements sur la manière dont a été effectué le relevage d'une machine du poids de 42 tonnes placée dans des conditions si extraordinaires.

La solution adoptée pour retirer de l'eau la machine 4883 à peu près complètement immergée était tout indiquée par l'écartement relativement peu considérable des murs du canal : un certain nombre de poutres en bois seraient lancées sur le canal, au droit des pièces accrochables de la machine ; ces poutres, à leur tour, reposeraient sur d'autres poutres en fer, placées parallèlement au canal et supportées par des vérins à manivelle qui servent au levage des machines dans les ateliers. L'ensemble de toutes ces poutres maintenant la machine au moyen de chaînes serait levé au-dessus de l'eau, un bateau convenablement lesté viendrait ensuite au-dessous pour recevoir la machine et la transporter en un point convenable d'où il serait facile de la diriger sur un atelier quelconque. Le projet fut exactement suivi de point en point et nécessita cinq jours de travail.

*Première journée.* — Le premier jour, c'est-à-dire le 1er juin, fut employé à la préparation du chantier. Pendant que les ateliers de La Chapelle et d'Hellemmes de la Compagnie du Nord envoyaient huit vérins à manivelle, à Tergnier on rassemblait six poutres en bois de 11 mètres de longueur (portée du canal) et de section différente, en rapport avec la charge que chacune d'elles aurait à porter. Comme il ne fut pas possible de réunir un nombre suffisant de pièces de bois d'aussi fortes dimensions, deux d'entre elles furent constituées au moyen de deux poutres jumelées.



Fig. 1. — Établissement du chantier. Relevage du bogie et des pierres de la bordure du pont.

Les poutres devaient être disposées dans l'ordre suivant en commençant par l'arrière de la machine.

Sur un premier groupe de quatre vérins on avait trois poutres :

La première de 650 millimètres × 400 millimètres de section devait supporter le foyer ;

La deuxième formée de deux poutres jumelées, chacune de 500 millimètres × 170 millimètres, correspondait à la cuvette;

La troisième formée également de deux poutres de 500 millimètres × 170 millimètres soutenait le dernier essieu.

Le deuxième groupe de quatre vérins, à l'avant de la machine, comprenait également trois poutres :

La première de 580 millimètres × 400 millimètres devait supporter le dôme;

La deuxième de 400 millimètres × 400 millimètres avait sa chaîne fixée au support de glissières et au deuxième essieu;

La troisième de 550 millimètres × 400 millimètres, à l'essieu d'avant.

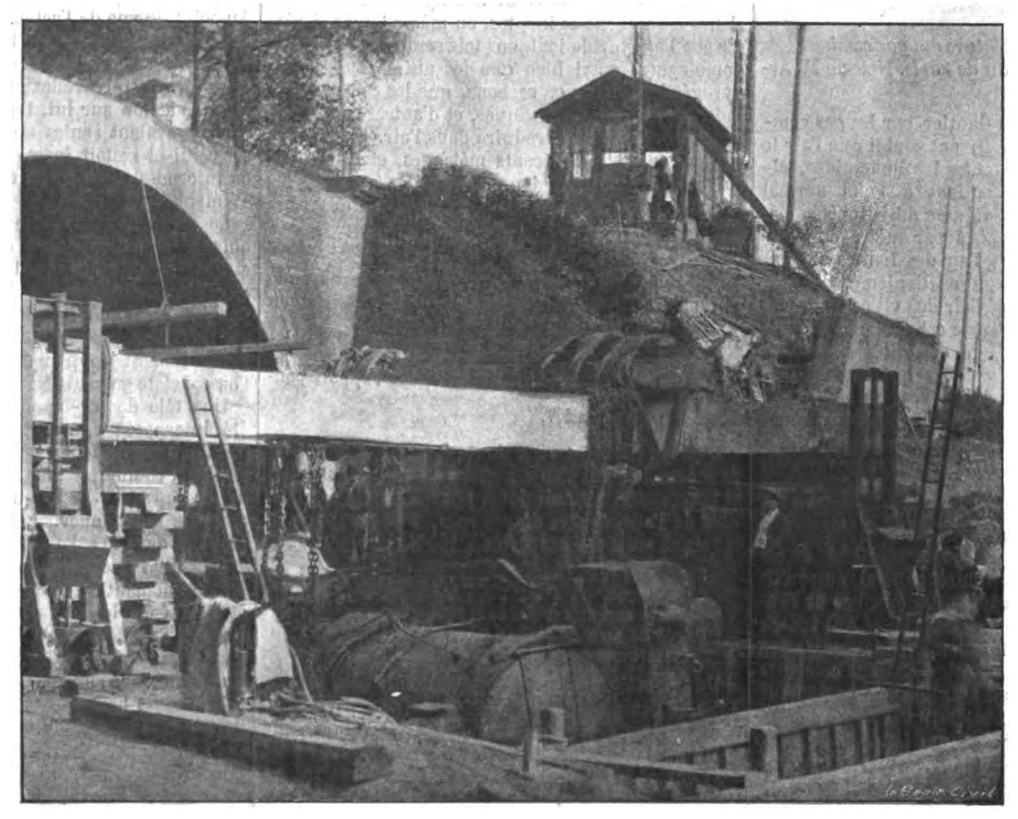


Fig. 2. — Levage de la machine 4883. Vérins au niveau du sol.

La charge totale à soulever étant de 42000 kilogr., le nombre des points d'attache était plus que suffisant; mais, comme on l'avait prévu, toutes les chaînes n'ont pas travaillé également; quelques-unes ont eu plus que leur charge à supporter pendant que d'autres étaient à peine tendues.

*Deuxième journée.* — Le deuxième jour, les poutres furent lancées sur le canal. Le premier groupe de vérins et de poutres établi (fig. 1) servit au relevage du bogie de la machine de l'express et des pierres de la bordure du pont, au nombre de cinq, et d'un poids moyen de 800 kilogr. Comme il n'avait pas été possible, ni de vider le bief, par suite du nombre considérable de bateaux en stationnement et du temps beaucoup trop long qu'il eût fallu pour faire cette opération, ni de construire un batardeau d'isolement, on eut recours à des scaphandriers qui accrochaient sous l'eau les chaînes aux différentes pièces à remonter. Pour les pierres on se servit d'une pince à serrage automatique, remontée au moyen d'un treuil.

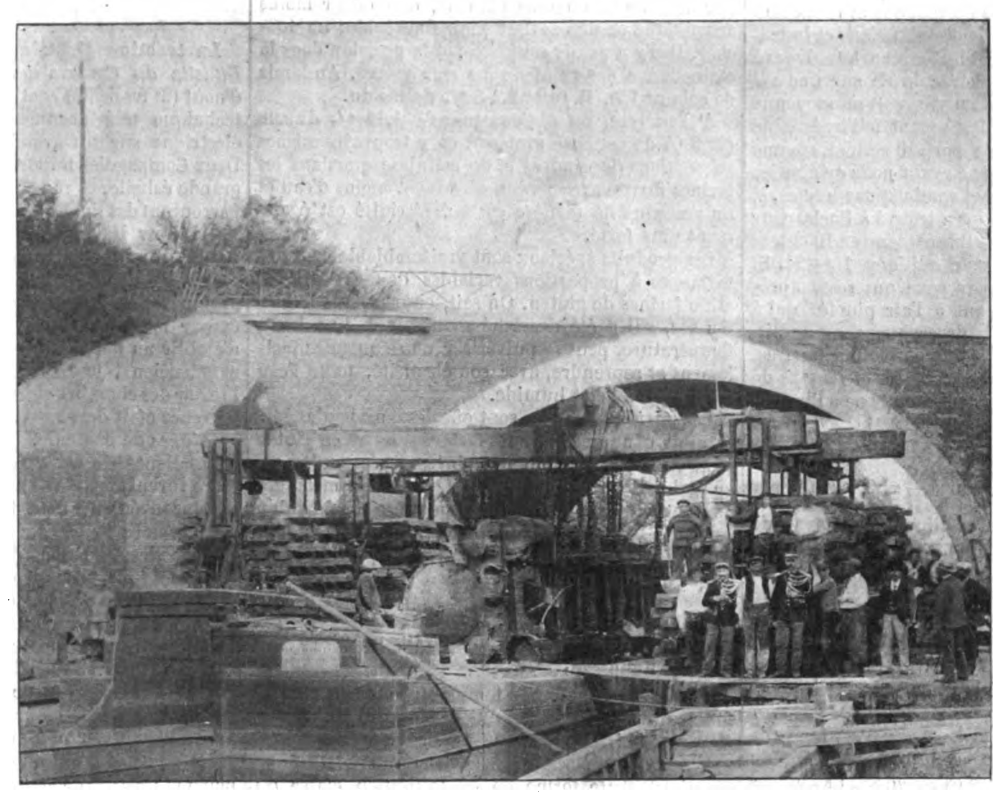


Fig. 3. — Descente de la machine 4883 dans le bateau.

*Troisième journée.* — Le repêchage des différentes pièces détachées ne fut terminé que dans la matinée du troisième jour. On put alors établir définitivement le deuxième groupe de vérins et de poutres, et les trois scaphandriers fixèrent les chaînes de levage correspondant à chaque poutre dans l'ordre qui a été indiqué ci-dessus. L'opération nécessitait de grandes précautions et, pour plus de sûreté, tous les brins des chaînes furent doublés, de manière qu'en cas de rupture de l'un d'eux l'autre put soutenir la charge. Chaque poutre en bois fut ensuite soulevée isolément au moyen de crics, de manière à obtenir la tension de la chaîne, tension qui était conservée en intercalant entre la poutre en bois et celle en fer, des épaisseurs convenables.

*Quatrième journée.* — Le levage fut commencé la quatrième journée à 11 heures du matin (fig. 2). Au fur et à mesure que la machine montait, les poutres des vérins étaient solidement calées au moyen de traverses soigneusement assujetties de manière à empêcher tout porte-à-faux.

La course totale des vérins (2 mètres) ne donnant pas une hauteur suffisante pour permettre de faire passer le bateau sous la machine, il fallut faire une reprise, c'est-à-dire que les poutres en fer étant maintenues solidement par des rangées alternées de traverses superposées, les vérins purent être retirés et surélevés à leur tour de $1^m30$ de hauteur.

*Cinquième journée.* — Les vérins furent placés sur une nouvelle assise de huit rangées de traverses formant un bloc très stable. Cette opération assez longue, qui comportait en outre l'élévation à bras d'homme des vérins, ne fut terminée que le cinquième jour vers 10 heures, mais, à partir de ce moment, le levage marcha très vite et, à une heure de l'après-midi, les poutres en bois atteignaient, au-dessus de l'eau, la hauteur de $4^m20$, suffisante pour permettre le passage du bateau lesté de sable sous la machine.

La descente (fig. 3) n'offrait aucune difficulté; la machine une fois en place, du sable fut retiré en certains points du bateau et reporté en d'autres, de manière à uniformiser la charge; quelques traverses furent ajoutées pour entretoiser le milieu du bateau vers la machine et, à 7 h. 35, le *Vainqueur* filait vers Tergnier. La circulation était rétablie sur le canal.

L'opération avait été dirigée par MM. Boudignié, Ingénieur de la Traction à Tergnier, et Naudé, Ingénieur de la Navigation à Saint-Quentin. Quatre-vingts hommes y avaient pris part, menant à bonne fin cette entreprise sans qu'il y eût à déplorer un accident ou un imprévu quelconque, comme ceux qui sont presque toujours la conséquence forcée de travaux menés aussi rapidement.

L. Galine,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 24 septembre 1900.*

**Chimie appliquée.** — *Nature des gaz combustibles accessoires trouvés dans l'air de Paris.* Note de M. Armand Gautier.

Les recherches de M. A. Gautier sur les gaz combustibles de l'atmosphère (1) ont établi que l'air le plus pur, recueilli loin de toutes les émanations, telluriques ou végétales, contient à l'état normal 19,5 cent-millièmes de son volume d'hydrogène, soit environ 200 centimètres cubes par mètre cube. Ce gaz n'est accompagné dans l'air des hautes régions que de traces, inférieures au millionième, d'autres hydrocarbures. Mais, dans l'air des villes et même de la campagne, cet hydrogène est mélangé à d'autres vapeurs combustibles, en quantités suffisantes pour être dosées, gaz ou vapeurs qui avaient jusqu'ici masqué la présence de l'hydrogène libre.

Ces gaz accessoires, autres que l'hydrogène, constituent, pour ainsi dire, des accidents locaux ; différents de composition à la ville et à la campagne, ils disparaissent en grande partie de l'air des régions montagneuses et totalement ou presque totalement de l'air de la mer et de la haute atmosphère.

L'examen de la nature et des proportions de ces gaz ne peut donc avoir un intérêt général, puisqu'ils varient avec les lieux, les jours, les époques de l'année. Mais, quoique très secondaire en ce qui touche à la constitution de l'air lui-même, la détermination de leur nature, et tout au moins de leur composition moyenne, présente, au point de vue hygiénique et industriel, un véritable intérêt, s'il s'agit de l'air des rues d'une grande cité comme Paris.

On a vu que l'air le plus pur, celui de la pleine mer et des hautes régions, est à peu près totalement exempt d'hydrocarbures, mais qu'il donne en moyenne 15mgr6 d'eau par 100 litres en passant sur une colonne suffisante d'oxyde de cuivre porté au rouge. Cette quantité d'eau répond à 1mgr73 ou à 19cc5 d'hydrogène libre.

Faisant partie constituante de l'atmosphère, cet hydrogène devra se retrouver dans l'air de la campagne ou des villes, quelle que soit la pollution ultérieure de cet air par les hydrocarbures, l'oxyde de carbone et tous les autres gaz ou vapeurs combustibles pouvant provenir des émanations et fermentations du sol, des végétaux, des combustions et industries urbaines. Si donc de l'hydrogène total trouvé dans l'air de Paris, lorsqu'on le brûle sur une colonne indéfinie d'oxyde de cuivre, soit en moyenne 4mgr3, on soustrait 1mgr73 revenant à l'hydrogène libre préexistant dans l'air pur, il restera, comme moyenne, 2mgr58 d'hydrogène ayant pour origine les émanations, fermentations et combustions locales.

D'autre part, M. A. Gautier a trouvé à Paris, pour le poids du carbone combustible contenu en 100 litres d'air brûlé dans les mêmes conditions, 12mgr24. Si l'on admettait que tout l'hydrogène qui reste après mise à part de celui revenant à l'air pur fût uni à ce carbone sous forme d'hydrocarbures, on aurait, pour 100 litres d'air calculé à 0° et 760 millimètres, 2mgr58 d'hydrogène des hydrocarbures et 12mgr24 de carbone ; d'où, rapport moyen du carbone à l'hydrogène de ces hydrocarbures : $\frac{C}{H} = \frac{12,24}{2,58} = 4,74$.

Ce rapport est très supérieur à $\frac{C}{H} = 2,4$ donné par le gaz des marais quand, le diluant au moyen de gaz inertes dans les proportions où il paraîtrait se trouver dans l'air d'après les dosages de carbone, on le brûle sur l'oxyde de cuivre.

Il faut donc qu'il existe dans l'air de Paris (en raisonnant sur le cas moyen représenté par l'ensemble des expériences de l'auteur sur cet air) des vapeurs plus riches en carbone que le gaz des marais, vapeurs qui élèvent jusqu'à 4,74 le rapport $\frac{C}{H} = 2,4$ caractérisant la combustion du formène pur dilué au $^1/_{5000}$ et au $^1/_{15000}$. De fait, les expériences, même sans faire subir à ce rapport la correction de l'hydrogène libre, ont donné pour cette valeur $\frac{C}{H}$ des nombres toujours supérieurs à 2,4 et qui s'élevaient à certains jours à 4,8 et même à 5.

Si donc on admet, dans l'air des villes, l'existence du gaz des marais, que toutes les conditions connues (émanations du sol, fermentations putrides et végétales, combustions, etc.) obligent à prévoir, il faut, pour expliquer le rapport $\frac{C}{H} = 4,7$, qu'à côté de ce gaz des marais se trouvent des hydrocarbures très riches en carbone et inaptes, en même temps, à réagir sur l'anhydride iodique ; tels seraient $C^6H^6$ et ses homologues, aussi bien que les autres substances pyrogénées, riches en carbone, que les combustions industrielles ou domestiques, et d'autres conditions peut-être, peuvent introduire dans l'air. Sans doute on peut admettre différents mélanges, et ils varient suivant les lieux, les jours, l'état des vents et les saisons, puisque M. A. Gautier a obtenu des rapports $\frac{C}{H}$ assez variables ; mais si l'on s'en tient à l'explication des résultats moyens, on remarquera que le mélange $C^6H^6 + 7CH^4$, répondant au rapport en atomes $\frac{C}{H} = \frac{13}{34}$ et en poids $\frac{C}{H} = \frac{156}{34} = 4,6$, satisfait bien aux résultats observés et au rapport pondéral trouvé $\frac{C}{H} = 4,7$.

L'air de Paris (et sans doute il en est à peu près de même de celui d'autres grandes cités industrielles et populeuses) conduit donc, pour la partie combustible de l'atmosphère de ses rues, à la composition moyenne suivante rapportée à 100 litres :

| | |
|---|---|
| Hydrogène libre aérien . . . . . cent. cubes. | 19,5 |
| Gaz formène . . . . . . . . . . . . . . . . . | 12,1 |
| Gaz très carburés (benzène et analogues) . . | 1,7 |
| Oxyde de carbone moyen (avec traces d'hydrocarbures en $C^{2}H^{2n}$ et $C^{n}H^{n+2}$) . . . . . | 0,2 |

Un tel mélange donne l'explication la plus rationnelle de l'ensemble des résultats obtenus par M. A. Gautier, mais il doit être considéré comme une moyenne susceptible de variations très notables avec les lieux et les jours, et par conséquent restant en partie indéterminée.

**Chimie industrielle.** — *Sur les farines améliorantes de Russie.* Note de M. Balland.

Depuis quelque temps, il arrive de Russie, par le port de Marseille, des farines dont les proportions de gluten dépassent de beaucoup les limites acceptées jusqu'à ce jour. Ces produits, vendus sous les noms de *farines améliorantes* ou de *farines de force*, se distinguent, à première vue, des farines ordinaires par une nuance moins blanche, une odeur moins aromatique et une saveur moins agréable ; au toucher, il n'y a pas de souplesse, et la pression dans la main donne des pelotes sans consistance. Au tamis de soie n° 120, il reste 2 à 3 °/. de résidu.

A l'analyse, on obtient jusqu'à 4,72 °/. d'azote (29,5 °/. de matières azotées) : on y trouve les mêmes proportions de cendres et de cellulose que dans les farines fleurs, avec moins d'amidon, moins d'eau et un peu plus de matière grasse. L'acidité est également plus forte.

Ces produits spéciaux sont vraisemblablement des mélanges à proportions variables, de farines de blé et de farines de gluten. On sait, en effet, que le gluten sec, s'il a été desséché avec soin à une basse température, peut se pulvériser ou se moudre facilement et reprendre, avec son élasticité, toute l'eau qu'il avait à l'état humide.

Les *farines de force* sont offertes aux boulangers français pour améliorer les farines pauvres en gluten et augmenter, assurent les fabricants, le rendement en pain. Il est certain qu'à l'aide de tels mélanges on peut restituer aux farines la matière azotée qu'un excès de blutage leur a enlevée ; mais on ne leur rend pas les phosphates, dont les proportions sont aujourd'hui si réduites.

**Chimie minérale.** — *Aluminate monocalcique cristallisé.* Note de M. Ém. Dufau, présentée par M. Henri Moissan.

Lorsqu'on chauffe à température suffisamment élevée un mélange d'alumine et d'oxyde de calcium, il y a combinaison des deux oxydes, pour former l'aluminate monocalcique ($Al^2O^4Ca$) cristallisé en aiguilles. Cette forme de cristallisation classe cet aluminate en dehors du groupe des *spinelles* ; il se rapproche ainsi de l'aluminate de glucinium, qui était seul jusqu'ici à faire exception.

**Physique appliquée.** — *Expérience de télégraphie sans fil, avec le corps humain et les écrans métalliques.* Note de MM. E. Guarini et F. Poncelet.

MM. E. Guarini et F. Poncelet se sont servis d'une machine de Wimshurst, munie de ses condensateurs habituels pour la production de l'électricité à haut potentiel. A quelques mètres de ce transmetteur, était placé un récepteur Marconi ordinaire.

Les ondes électriques, engendrées par les étincelles produites entre les deux boules de la machine de Wimshurst, rayonnent dans toutes les directions. Au point de vue de l'action sur le cohéreur, ces ondes peuvent être divisées en trois parties : la première arrive directement sur le cohéreur ; la seconde ne le rencontre qu'après réflexion ; enfin la troisième partie est sans action sur lui. Dans l'expérience, les ondes directes avaient seules de l'action sur le cohéreur, car celui-ci restait inerte lorsqu'on les interceptait en interposant un écran entre lui et la machine de Wimshurst.

Le corps humain remplissait parfaitement cet office d'écran : la sonnerie du récepteur restait silencieuse, chaque fois qu'il était interposé entre le récepteur et la machine de Wimshurst. On ne peut pas dire qu'il ait fait l'office de conducteur à la terre, car il était soigneusement isolé du sol. Il y avait là probablement un phénomène analogue à celui que l'on constate en radiographie.

Une tôle de fer-blanc, de faible épaisseur, ayant été interposée entre la machine et le cohéreur, celui-ci a continué à fonctionner ; mais, lorsque l'on a mis en communication avec le sol la face de la tôle de fer tournée vers le transmetteur, le cohéreur a cessé de fonctionner. Les radiations s'étaient donc écoulées dans le sol.

Puisque l'interposition de la tôle de fer permet le fonctionnement du cohéreur lorsque la tôle est isolée, et l'empêche lorsqu'une de ses faces est mise à la terre, il faut conclure que la tôle métallique a constitué un nouveau radiateur, fonctionnant par induction d'une face sur l'autre.

Les ondes hertziennes seraient donc susceptibles de phénomènes d'induction, phénomènes que l'on peut éviter par la mise à la terre d'une des faces de l'écran métallique, siège de l'induction.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**La traction électrique aux États-Unis.** — Le *Bulletin du Congrès des Chemins de fer* du mois d'août (2e fascicule) contient une étude historique et technique très documentée concernant la traction électrique sur les grands réseaux, aux États-Unis. Deux Compagnies importantes ont appliqué, sur une grande échelle, ce mode de propulsion à des trains parcourant des lignes à voie normale : celle du « New York, New Haven and Hartford Railroad » et celle du « Baltimore and Ohio Railroad ».

Les premiers essais de traction électrique ont été effectués en 1895 par cette dernière administration et par le « Pennsylvania Railroad », dans le but d'établir un mode de transport rapide, économique et silencieux, jouissant de la faveur du public, à l'instar des chemins de fer économiques dont la concurrence était devenue très sérieuse, notamment pour les lignes de banlieue.

Les lignes de ceinture et souterraines de Baltimore furent exploitées électriquement, afin d'obvier aux inconvénients de la fumée et des gaz. Les trains sont remorqués, suivant les cas, par des voitures automotrices ou par des locomotives, prenant le courant au moyen de trolleys aériens ou de frottoirs glissant sur un troisième rail.

Le nombre des stations, la rapidité des démarrages, la vitesse de pleine marche, ont pu être augmentés sur les lignes suburbaines, comparativement aux conditions anciennes de la traction à vapeur. On a constaté que le système du troisième rail était le moins coûteux et qu'il ne présentait aucun inconvénient pendant la saison d'hiver où les tempêtes de neige et de grésil sont à craindre ; il suffit de munir les véhicules de balais métalliques, montés en avant des roues et, au besoin, de chasse-neige.

Les frais d'exploitation ont été diminués, malgré la mise en marche de trains plus légers et plus fréquents. Ainsi, sur les lignes du New-York, New Haven and Hartford Railroad, ils ont atteint seulement 0 fr. 34 en moyenne par train-kilomètre, y compris l'entretien des usines, alors qu'ils s'élevaient à 0 fr. 60 et même à 0 fr. 75 avec la traction à vapeur.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 9, p. 158 ; n° 11, p. 194 et n° 12, p. 223. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

La manœuvre des véhicules dans les gares, l'éclairage des trains sont plus faciles, l'usure des rails est moindre, enfin la vitesse commerciale peut être notablement accrue. La plupart de ces remarques s'appliquent également aux trains de marchandises, pour lesquels la traction électrique a aussi été reconnue avantageuse.

L'auteur passe ensuite en revue les divers systèmes de voies, de moteurs, de freins, de bogies, en usage en Amérique et il en donne de nombreuses photographies ou des croquis cotés. Il ressort de cette étude fort consciencieuse une impression tout optimiste — en ce qui concerne la traction électrique sur les grandes lignes — de laquelle pourraient heureusement s'inspirer les ingénieurs des Compagnies françaises pour vaincre les hésitations et la timidité qui les empêchent de s'engager hardiment dans la voie de la locomotion de l'avenir.

**Le matériel du chemin de fer Transsibérien.** — La *Revue générale des chemins de fer*, du mois d'août, a publié une notice intéressante sur le chemin de fer Transsibérien, au triple point de vue historique, politique et technique.

Actuellement, des trains express hebdomadaires circulent entre Moscou et Irkoutsk, et mettent neuf jours pour franchir la distance qui les sépare. Un séjour aussi long, dans des compartiments de voitures, a nécessité un aménagement spécial des wagons, afin de permettre aux voyageurs d'effectuer le trajet dans des conditions d'hygiène et de confortable aussi bonnes que possible.

Chaque train est composé de cinq longues voitures à bogie et à intercirculation, dont une de première classe, deux de seconde, un wagon-salon, salle à manger et un fourgon à bagages. D'épais tapis sur les planchers, des revêtements en carton et en feutre pour les parois verticales et la toiture, mettent l'intérieur des caisses à l'abri des variations trop grandes de température, dans un climat où le thermomètre descend parfois à — 50°. Le chauffage par la vapeur et par l'eau chaude, ainsi que la ventilation des compartiments, sont remarquablement bien compris. On a installé également, en vue des fortes chaleurs de l'été, des appareils refroidisseurs d'air, permettant d'abaisser la température de celui-ci de 25 à 30° au-dessous de celle de l'air extérieur. L'éclairage est électrique, complété au besoin par des bougies et par des lampes portatives. Des précautions spéciales ont été prises contre l'incendie.

Le fourgon à bagages renferme la cuisine, les machines électrogènes, les ventilateurs, les réservoirs à eau, la glacière, les cabines et les water-closets du personnel composé de quinze hommes en été et dix-sept en hiver, les armoires à linge, les caissons à ustensiles, etc. La voiture qui sert de salon et de salle à manger possède aussi une bibliothèque, une salle de bain avec appareils de gymnastique et un compartiment pour le coiffeur-officier de santé. Soixante-six voyageurs, dont dix-huit de première classe, peuvent être transportés pendant le jour et couchés pendant la nuit. Toutes les places sont numérotées. Des tables pliantes peuvent être installées dans les compartiments. Des cabinets de toilette avec water-closets, une chambre noire pour la photographie, deux petits salons spéciaux munis de larges baies, permettant de voir commodément les lieux traversés, complètent la disposition intérieure des wagons de première et deuxième classes.

**Nouvelle locomotive express à double expansion, pour les chemins de fer de l'État bavarois.** — Les ateliers Maffei, de Munich, viennent de construire, pour les chemins de fer de l'État bavarois, une locomotive compound express capable de remorquer des trains de 300 tonnes, à la vitesse moyenne de 90 kilom. à l'heure, en palier, ou de 50 kilom., sur rampe de 10 millimètres. La mise en service de ce nouveau type de machine puissante a permis de supprimer la double traction sur un certain nombre de lignes du réseau susmentionné. L'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* donne une description assez complète de cette machine, dans son fascicule numéro 7-8.

Cette locomotive repose sur cinq essieux dont trois accouplés et un bogie à l'avant. Elle est à quatre cylindres; ceux de haute pression, intérieurs, attaquent le premier essieu moteur; ceux de basse pression, extérieurs, actionnent le deuxième essieu. Leurs diamètres sont respectivement de 380 et 610 millimètres; la course des pistons est de 640. La disposition précédemment indiquée pour l'emplacement des cylindres a été motivée par la nécessité de donner à ceux de basse pression un diamètre tel qu'ils n'auraient pu être placés entre les longerons, suivant la pratique habituelle. La chaudière, timbrée à 14 atmosphères, a une surface de chauffe de 157m²4 et une surface de grille de 2m²65. Le corps cylindrique est très élevé au-dessus du rail (2m650).

Les tiroirs sont commandés par des mécanismes Walschaert; les distributions ont été liées entre elles invariablement, dans un but de simplification, de manière que les degrés d'admission dans les grands cylindres soient supérieurs d'environ 7 % à ceux dans les petits cylindres, entre les limites de 20 et 50 %. L'appareil de démarrage est automatique et commence à fonctionner pour une position du changement de marche voisine du « fond de course ».

Les résultats d'expériences, effectuées avec cette machine, ont montré sa supériorité sur les autres locomotives compound actuellement en service, et principalement sur celles à deux cylindres, en Allemagne. On a pu constater notamment que l'effort de traction était beaucoup plus régulier et plus continu. Le travail développé sur les pistons a atteint 1 200 chevaux.

**La gare terminus de Boston (États-Unis).** — L'*Engineering*, du 31 août, contient une description détaillée de la gare terminus de Boston, qui a déjà été signalée dans le *Génie Civil* (1).

Les voies des grandes lignes y sont au niveau du sol, tandis que celles des lignes de banlieue sont à 5m20 au-dessous et forment une boucle. La toiture qui recouvre ces voies a 183m50 de longueur sur 173m75 de largeur.

Dix chaudières, à foyer mécanique et à tirage artificiel, produisent la vapeur nécessaire aux différents services, tandis que l'énergie motrice est fournie par seize machines à vapeur Westinghouse, représentant en tout 1 500 chevaux nominaux. Chacune d'elles est directement accouplée à une génératrice électrique de 225 kilowatts.

L'une des parties les plus intéressantes de l'installation est le système des aiguilles et des signaux. Au rez-de-chaussée, il y a 30 voies; 737 trains entrent et sortent en une seule journée, et il y en a jusqu'à 65 en une heure.

Le système de signaux adopté est électro-pneumatique; l'auteur en donne la description. L'air comprimé nécessaire est fourni par deux compresseurs Ingersoll Sargent, qui fonctionnent alternativement pendant douze heures. La consommation d'air, à 0kg56, n'excède pas 2m³85 par minute. Mais la dépense d'énergie la plus considérable est celle due à l'éclairage, qui exige 650 chevaux pour les lampes à incandescence et 200 chevaux pour les lampes à arc. Les divers monte-charges consomment 380 chevaux et les autres moteurs 320. La surface sur laquelle l'énergie est distribuée est de 10ha25a, et la plus grande distance à laquelle un moteur se trouve de la station centrale est de 915 mètres.

CHIMIE INDUSTRIELLE

**De l'électrolyse des solutions de chlorures alcalins.** — Dans le *Dinglers polytechnisches Journal*, du 28 juillet, M. C. Haussermann étudie les applications de l'électrolyse des solutions de chlorures alcalins, pour l'obtention de divers corps utilisés dans l'industrie.

Après avoir rappelé les principes fondamentaux de l'électrolyse de ces composés, et énuméré les conditions à remplir par les cuves électrolytiques, les électrodes en charbon ou en platine, il note l'influence des variations de température des bains électrolytiques dans les divers cas et fait une étude détaillée des phénomènes de l'électrolyse, pour diverses solutions. Il décrit successivement les appareils en usage et la méthode à suivre pour l'obtention, par l'électrolyse, des hypochlorites en partant de solutions de chlorure de sodium, des chlorates et perchlorates de potasse en partant du chlorure de potassium, des alcalis caustiques et du chlore en partant des chlorures alcalins correspondants. Cette dernière partie de l'étude est l'objet d'un développement particulier. Pour chacune de ces opérations, M. Häussermann fait une évaluation de l'énergie électrique consommée et du rendement des appareils.

**Synthèse des produits organiques par voie électrique.** — Dans la *Zeitschrift für Elektrochemie*, des 3 mai et 2 août, M. O. Dony-Hénault, de l'Institut de chimie de Göttingen, étudie la synthèse des produits organiques par voie électrique.

Après avoir décrit la méthode générale suivie au cours de ses nombreuses expériences et donné la disposition des appareils qu'il a employés, il étudie en particulier les phénomènes d'oxydation des alcools méthylique et éthylique, par l'effet de courants électriques, pour la formation des aldéhydes correspondants. Il montre que, d'une façon générale, si une substance non dissociée se trouve dans le voisinage d'une électrode sur laquelle des ions se sont déposés, elle peut réagir sur ces ions; un abaissement de la tension de dissociation se manifeste plus ou moins nettement à la suite de cette réaction.

Ce dernier phénomène n'a pas lieu, dans certains cas particuliers, quand la réaction n'est pas une combinaison directe des ions libres avec le corps non décomposable par l'électricité. M. Dony-Hénault donne comme exemple de ce fait la synthèse de l'iodoforme par l'électrolyse. Au moyen de mesures galvanométriques nombreuses, il a établi que cette synthèse résulte d'une réaction de l'alcool sur le produit d'une combinaison préalable de l'iode déposé sur l'électrode avec le carbonate de soude voisin de l'électrode. Or, l'iode réagissant sur le carbonate de soude, peut donner naissance à un hypoiodite, à un iodate ou à un périodate. C'est au premier de ces corps, bien qu'il ne soit pas stable, que l'auteur attribue la formation de l'iodoforme. Cette réaction serait ainsi en concordance avec celles qui donnent lieu à la production du chloroforme et du bromoforme.

ÉLECTRICITÉ

**Station centrale de la Compagnie d'éclairage électrique de Blackheath et Greenwich.** — La London Electric Supply Corporation ayant reçu antérieurement l'autorisation de distribuer l'électricité sous forme de courant alternatif sur le territoire de Greenwich, la Compagnie d'éclairage électrique de Blackheath et Greenwich n'a pu être autorisée, par le Board of Trade, à distribuer sur ce territoire que du courant continu, tout en étant autorisée à distribuer du courant alternatif sur le territoire de Blackheath, Lee, Charlton, etc.

Étant données ces circonstances, on reconnut que le courant alternatif était le mieux approprié aux besoins des territoires à desservir, la station ayant à fournir de l'électricité non seulement pour l'éclairage en général, mais encore pour la traction d'un tramway.

L'*Engineering*, des 20 juillet et 31 août, décrit la station centrale et le système de distribution adopté. L'auteur commence par passer en revue les travaux d'exécution des bâtiments, dont les fondations furent particulièrement difficiles à établir. Ces bâtiments, qui couvrent une superficie de 1 070 mètres carrés, comprennent les bâtiments des machines, celui des chaudières, celui des pompes et la cheminée.

Le bâtiment des chaudières contient trois chaudières aquatubulaires Babcock et Wilcox, de 250 chevaux chacune, et deux économiseurs Green. Leur cheminée a 60m40 de hauteur, avec un diamètre de 2m75 à la partie supérieure. La vapeur est produite à une pression de 11kg2, et chacune des chaudières peut vaporiser, par heure, 4 550 kilogr. d'eau.

L'installation des machines se divise en deux groupes : celui des machines à grande vitesse actionnant directement des alternateurs et leurs excitatrices; et celui des machines horizontales plus considérables à faible vitesse actionnant des alternateurs à volant, qui sont excités par des dynamos à courant continu commandées par des machines à grande vitesse indépendantes.

Le premier groupe comprend deux unités électrogènes, composées chacune d'une machine Bellis compound, à grande vitesse, et d'un alternateur diphasé Johnson et Phillips et son excitatrice, faisant 375 tours par minute. La puissance de cette unité est au frein de 190 chevaux ou 125 kilowatts; elle pèse 17 tonnes. Les alternateurs, du type à volant, donnent, à la vitesse normale, 3 000 volts sur chaque phase. Le second groupe se compose de deux alternateurs Johnson et Phillips actionnés par deux machines cross-compound horizontales Clench, à 90 tours par minute : leur puissance indiquée est de 450 chevaux. Les machines à vapeur pèsent 20 tonnes chacune et leur volant 17 tonnes; les alternateurs, dont le volant a un diamètre de 3m60, pèsent 30 tonnes. Leurs excitatrices sont des dynamos de 50 kilowatts à 100 volts; elles sont actionnées par des machines compound de 75 chevaux à 470 tours par minute.

L'auteur décrit en détail le mode d'exploitation adopté : il passe en revue successivement le tableau de distribution, les lignes, les sous-stations, le mode

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 23, p. 383.

de distribution du courant et les tarifs de vente de l'énergie électrique.

**De la commande électrique des machines-outils.** — Dans le *Stahl und Eisen*, du 15 septembre, M. O. Lasche étudie la question des transmissions d'énergie électrique dans les ateliers, montre les avantages que l'on obtiendrait en actionnant directement chaque machine-outil par un moteur électrique spécial et discute, d'une part, le prix d'établissement de ces installations qu'il préconise et, d'autre part, la dépense de courant qu'elles entraîneraient.

Parmi les avantages qu'il note, figurent : la plus grande capacité de production des ateliers, une amélioration hygiénique notable et la diminution des accidents, dus, la plupart, aux transmissions compliquées actuellement existantes.

Dans l'évaluation du prix d'établissement des installations d'ateliers avec machines-outils actionnées par moteurs électriques indépendants, il fait ressortir l'économie résultant de la simplicité plus grande de la construction des ateliers et de la possibilité de placer dans un même espace un plus grand nombre de machines autour desquelles on circule plus aisément et dont le rendement est également plus élevé. Le prix des moteurs électriques à combiner à chaque machine est négligeable par rapport aux diverses économies réalisées.

Quant à la consommation de courant et au rendement des moteurs électriques, l'auteur montre que les résultats déjà constatés dans plusieurs ateliers sont également favorables, car il n'y a pas d'énergie consommée quand la machine-outil ne travaille pas et les pertes de travail dues aux transmissions n'existent plus.

### HYGIÈNE

**Les grands collecteurs de la ville de Dijon.** — La ville de Dijon, augmentant d'année en année comme population, sa municipalité a dû songer à prendre des mesures spéciales pour en assurer la salubrité.

Anciennement, un certain nombre d'égouts de rues, tracés arbitrairement sans plan d'ensemble, assuraient seuls l'évacuation des eaux usées ; ils se déchargeaient dans l'Ouche, à l'intérieur de la ville, ou dans son affluent torrentiel, le Suzon, qui passe sous les maisons et est à sec tout l'été. Ce système d'évacuation étant par trop rudimentaire pour une ville de l'importance de Dijon, la création d'un réseau de grands collecteurs fut décidée.

M. Ch. Mocquery, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, expose, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1er trimestre 1900), le projet qui, sur sa proposition et après avis conforme du Conseil général des Ponts et Chaussées, a été définitivement adopté et réalisé.

L'auteur passe d'abord successivement en revue : la topographie de Dijon, son sous-sol, le régime des pluies, les variations de la population, la superficie de la ville, le régime du Suzon et le volume maximum de l'eau à débiter par les collecteurs.

Dans un second chapitre, M. Mocquery s'occupe des collecteurs et canaux existants : canal du Suzon-Ouest, collecteur Thiers, canal des Fossés, canal Saint-Nicolas, canal Saint-Lazare et canal du Suzon-Est.

Les nouveaux collecteurs, qui sont étudiés dans un troisième chapitre, répondent à toutes les obligations d'une ville soucieuse de ses intérêts hygiéniques ; ils reçoivent toutes les eaux vannes et toutes les eaux de pluie, et assurent, en outre, l'écoulement des crues du Suzon, en utilisant pour le mieux les canaux existants.

L'auteur termine son compte rendu par quelques renseignements sur l'exécution des travaux et sur les dépenses qu'ils ont nécessitées. Ces dernières se sont élevées à environ 1 242 000 francs.

**Purification des eaux de rebut des établissements industriels.** — M. Meade-King a fait à l'Institution of Civil Engineers une communication, sur des expériences relatives à la purification des eaux de rebut des établissements industriels, dont l'*Engineering Record*, du 25 août, donne une analyse complète.

Les établissements que l'auteur étudie successivement, au point de vue de la purification de leurs eaux de rebut, sont : les usines d'impression, les teintureries, les usines de blanchiment, les papeteries, les fabriques de papiers peints, les tanneries, les pelleteries, les usines de traitement de la laine, les teintureries de soie, les installations de lavage du charbon et les brasseries.

L'article se termine par le compte rendu de la discussion qui a suivi cette communication, et par celui des lettres intéressantes envoyées par les Ingénieurs qui n'avaient pu assister à la séance de l'Institution.

### NAVIGATION

**Amélioration de la branche Sud du delta du Mississipi.** — Le Mississipi se jette dans le golfe du Mexique en formant un delta qui comporte trois branches ou embouchures *(Pass)* principales. A gauche, à l'est, se trouve le Pass à l'Outre, dont la longueur est de 23$^{k}$,200. Au milieu est le South-Pass, qui avait, avant son amélioration, une longueur d'environ 19 kilom. A droite, à l'ouest, est situé le Southwest Pass, ong d'environ 27 kilom. Ces trois distances sont comptées depuis l'extrémité des embouchures (Pass) jusqu'au point où leurs axes se rencontrent. Chacune des branches principales donne, à son tour, naissance à des branches secondaires.

M. William Starling étudie en détail, dans l'*Engineering News*, du 23 août, les travaux d'amélioration de l'embouchure du Mississipi et, en particulier, ceux de la branche Sud de son delta.

### PHYSIQUE INDUSTRIELLE

**Épuration des eaux d'alimentation des locomotives.** — Les sels incrustants qui se rencontrent généralement dans l'eau d'alimentation des chaudières sont les carbonates et les sulfates de chaux et de magnésie. Les moyens préventifs employés pour l'élimination de ces sels consistent soit dans un traitement chimique, soit dans le chauffage préalable de l'eau. Le *Bulletin du Congrès des chemins de fer* donne, dans son numéro du mois d'août (1er fascicule), quelques indications sur les différentes méthodes d'épuration des eaux, en usage dans les Compagnies de chemins de fer françaises et étrangères.

Pour éliminer les carbonates de chaux et de magnésie, qui ne sont solubles que dans l'eau contenant de l'acide carbonique, on chauffe celle-ci jusqu'à l'ébullition, de manière à chasser ce gaz, de sorte que les sels, devenus insolubles, se déposent. Ou bien on introduit dans l'eau de la chaux qui se combine avec l'acide carbonique libre, ce qui amène la précipitation des sels insolubles.

S'il s'agit de sulfates de chaux ou de magnésie, on les précipite, sous forme d'hydrates, par l'addition de soude caustique.

Les appareils épurateurs les plus employés sont ceux des systèmes Beranger, Stingl, Dervaux, Desrumaux, Clark et Gaillet. On peut aussi prévenir les incrustations en introduisant différentes matières, soit dans la chaudière, soit dans le tender ; elles agissent chimiquement et mécaniquement, mais leur action n'est pas aussi efficace contre les dépôts que celle de l'épuration préalable. On emploie surtout, dans ce but, les sels de soude, le tannin, le pétrole. Signalons en dernier lieu l'usage du zinc comme moyen préventif contre les incrustations. Ce métal agit électriquement en favorisant la formation d'un couple voltaïque avec le fer de la chaudière, ce qui empêche non pas la création des dépôts mais leur adhérence sur les parois.

### TRAMWAYS

**Frein électro-magnétique pour tramways.** — Depuis longtemps, on réalise le freinage des essieux de voitures électriques au moyen de courts-circuits ou de courants inverses dans les moteurs, mais c'est au détriment de la conservation de ceux-ci ; ou bien, on fait agir les dynamos en leur faisant envoyer du courant dans la conduite. Dans tous ces cas, on ne dispose que du travail des moteurs pour la création de résistances passives et on n'utilise pas le frottement des roues sur les rails, lequel peut être considérablement augmenté lorsque, par l'excitation magnétique, les surfaces frottantes sont pressées l'une contre l'autre.

L'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* donne dans son fascicule numéro 7-8, quelques renseignements sur le mode de fonctionnement des freins magnétiques, appliqués avec succès sur quelques voitures de la « Compagnie des Tramways allemands ». Ces freins peuvent être actionnés avec le courant des moteurs ou avec celui du réseau ; dans le premier cas, l'excitation magnétique diminue rapidement avec le freinage des essieux et devient nulle quand le véhicule est amené au repos. Des patins horizontaux, reliés aux sabots de frein, et placés entre les deux paires de roues, s'abaissent lorsqu'on les met en action et viennent s'appuyer sur les rails auxquels ils adhèrent fortement, quand les bobines qui les réunissent sont traversées par le courant. Il se crée de la sorte un obstacle à la progression du véhicule dont les roues ont tendance à monter sur les patins ; l'action du frein s'augmente alors du poids de la voiture.

Les résistances qui s'opposent au mouvement longitudinal des patins augmentent avec la vitesse de glissement sur les rails. L'efficacité du frein magnétique s'accroît donc en même temps que la vitesse, contrairement à ce qu'on observe dans les freins qui agissent par friction simple ; en outre, cet appareil a l'avantage d'être docile et modérable au premier chef, puisqu'il est réglé par le courant qui l'actionne.

## Ouvrages récemment parus.

**Éléments du calcul et de la mesure des courants alternatifs,** par Omer de Bast, répétiteur à l'Institut électro-technique Montefiore, professeur à l'École industrielle de Liége. — Un volume in-8° de 190 pages avec 75 figures. — Béranger, éditeur ; Paris, 1900. — Prix : relié, 7 fr. 50.

Cet ouvrage s'adresse spécialement aux électriciens possédant une préparation mathématique insuffisante pour aborder la lecture des ouvrages qui traitent les questions relatives aux courants alternatifs par le calcul différentiel et intégral. En rédigeant ces leçons, l'auteur s'est efforcé de concilier la généralité des raisonnements et la rigueur des déductions avec le caractère tout à fait élémentaire de l'exposé.

Les deux parties dont se compose cet ouvrage : Relations entre les grandeurs électriques dans les circuits à courants alternatifs, et mesure des grandeurs électriques dans ces circuits, se subdivisent en un certain nombre de chapitres.

Dans la première partie, l'auteur étudie successivement : la représentation graphique des grandeurs alternatives de l'électro-technique ; la dépendance de la différence de potentiel et de l'intensité du courant entre deux points d'un circuit ; la répartition de l'énergie électrique dans les circuits parcourus par des courants alternatifs ; et enfin les combinaisons polyphasées de courants alternatifs.

Dans la seconde partie, il passe en revue : l'intensité du courant ; la quantité d'électricité ; la différence de potentiel ; la puissance électrique et l'énergie électrique. Le dernier chapitre enfin est consacré aux déductions que comportent les indications simultanées des ampèremètres, voltmètres et wattmètres dans les circuits à courants alternatifs.

---

**L'économie sociale et les institutions de prévoyance dans le département de la Marne et à Reims,** par le Comité départemental de la Marne. — Un volume grand in-8° de 408-205 pages avec figures dans le texte et sept planches hors texte. — Matot-Braine, éditeur ; Reims, 1900.

Dans le but de rechercher les œuvres susceptibles de prendre part à l'Exposition dans le groupe de l'Économie sociale (classes 101 à 110 du groupe XVI), le Comité départemental de la Marne avait confié à un certain nombre de ses membres la rédaction de rapports sur chacun des éléments compris dans les diverses rubriques de la classification générale dans les classes précitées.

Le Comité départemental a jugé que, de l'ensemble de ces rapports, se dégageait une intéressante monographie de toutes les œuvres de prévoyance ayant ou non exposé, et de tous les faits intéressant l'Économie sociale dans le département de la Marne ; il a chargé en conséquence son secrétaire général, M. H. Portevin, de coordonner ces rapports et de les mettre au point, afin de permettre de les présenter sous forme d'un travail d'ensemble.

Certaines études d'ordre général, rédigées par des membres de la commission à l'occasion de leurs recherches, ont été comprises aussi, sous forme d'annexes, dans cette publication. Enfin quelques rapports partiels sur des faits relatifs à l'hygiène et à l'assistance publique forment un appendice au présent volume.

*Le Gérant* : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 24. N° 957. Samedi 13 Octobre 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Le Canal de l'Elbe à la Trave. Remplissage et vidange des écluses par siphons. Manœuvre des portes par l'air comprimé *(planche XXXIV)*, p. 421; Georges HENRY. — **Exposition de 1900** : Machines à vapeur à grande vitesse, système E. Mertz, p. 427; Alfred BOUDON; — L'Agriculture à l'Exposition universelle de 1900 *(suite)*, p. 430; G. COUPAN; — Participation des puissances étrangères. Autriche, Bosnie-Herzégovine et Hongrie, p. 433; POITEVIN DE VEYRIÈRE. — **Congrès** : Congrès d'Électricité, p. 435. — **Variétés** : Installation de chemins de fer suspendus à l'annexe de Vincennes, p. 437; — Le Pavillon des Ardoisières d'Angers à l'Exposition, p. 438; — École Centrale des Arts et Manufactures. Liste des candidats admis à la suite du concours d'admission de 1900, p. 438.
SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des Sciences (1er octobre 1900), p. 439. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 439. — Ouvrages récemment parus, p. 440. — INFORMATIONS : Production de l'or en Australie en 1900, p. 440; — Distinctions honorifiques, p. 440; — Varia, p. 440.

*Planche XXXIV* : Écluses du canal de l'Elbe à la Trave.

## TRAVAUX PUBLICS

### LE CANAL DE L'ELBE A LA TRAVE

**Remplissage et vidange des écluses par siphons.**
**Manœuvre des portes par l'air comprimé.**

*(Planche XXXIV).*

HISTORIQUE. — Jusqu'en ces derniers temps, la liaison par voie navigable de l'Elbe et de la mer Baltique était effectuée par le canal de la Stecknitz, le plus ancien canal d'Allemagne, qui avait été établi, de 1391 à 1398, par la ville de Lubeck, qu'il reliait à Lauenburg, sur l'Elbe. Ce canal, qui comportait dix-sept écluses, pouvait, vers 1527, livrer passage à des bateaux de 12 à 15 tonnes. Au XVe et au XVIe siècle, il constituait la voie principale de transport des marchandises entre le centre et le sud de l'Allemagne, d'une part, et la mer Baltique, d'autre part.

Lubeck s'étant laissé dépasser par Hambourg et par Brême, dès le XVIIe siècle, le trafic du canal de la Stecknitz commença à baisser, et il en vint à couvrir à peine ses frais d'exploitation. Le canal était, d'ailleurs, resté pendant 500 ans presque sans améliorations, et le parcours des 100 kilom. environ, qui séparent Lauenburg de Lubeck, exigeait encore de huit à dix jours.

L'établissement du canal de la mer du Nord à la Baltique (canal de Kiel) (1) ayant fait craindre une nouvelle diminution du trafic de la ville de Lubeck, celle-ci, d'accord avec la Prusse, entreprit, pour remplacer le canal de la Stecknitz, l'exécution d'un nouveau canal qui a été ouvert au trafic le 16 juin dernier, et dont nous nous proposons de donner la description.

Ce canal, dont les travaux avaient été commencés à l'automne de l'année 1896 et qui a été exécuté sous la direction de M. Rehder, directeur des travaux hydrauliques de Lubeck, est remarquable par les dispositifs qui ont été adoptés pour le remplissage et la vidange de ses écluses, d'une part, et pour la manœuvre de leurs portes, d'autre part. Ces dispositifs, qui n'avaient pas encore été appliqués jusqu'à présent, ont été imaginés par M. Hotopp, inspecteur des travaux hydrauliques, qui en a surveillé l'installation.

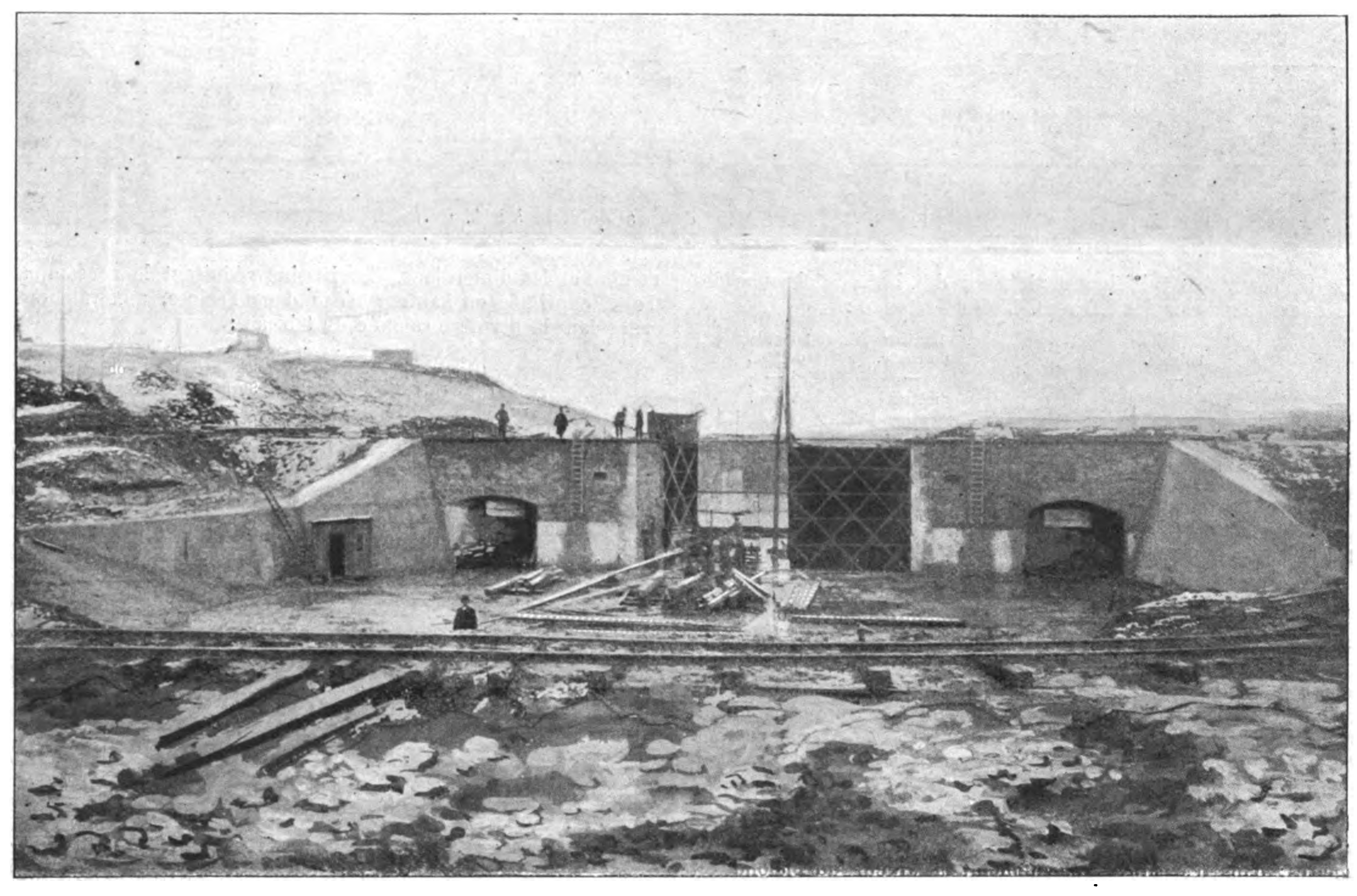


FIG. 1. — CANAL DE L'ELBE A LA TRAVE : Écluse de Krummesse, vue de l'aval.

**Tracé du canal.** — Le nouveau canal, ou canal de l'Elbe à la Trave, relie (fig. 2 et 3) le port de Lubeck à celui de Lauenburg. Sa lon-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 7, p. 100.

gueur totale est de 67 kilom., y compris les ports qui le terminent et qui ont respectivement une longueur de $5^{km}6$ et de $1^{km}5$.

Le port du canal, à Lubeck, est formé, pour la plus grande partie, par le lit de la Trave, qui a été convenablement élargi. Provisoirement, c'est la partie inférieure seule, sur une longueur de 1 kilom., dont la largeur a été portée à 100 mètres.

**Écluses.** — Les écluses du canal de l'Elbe à la Trave ont 80 mètres de longueur utile et 17 mètres de largeur. Elles peuvent recevoir, à la fois, deux bateaux de 65 mètres de longueur et 8 mètres de largeur (600 tonnes) et leur remorqueur, ou bien un bateau de 78 mètres de longueur et $11^{m}50$ de largeur (1 000 tonnes) et, en même temps, un bateau de 50 mètres de longueur et $5^{m}60$ de largeur et un remorqueur.

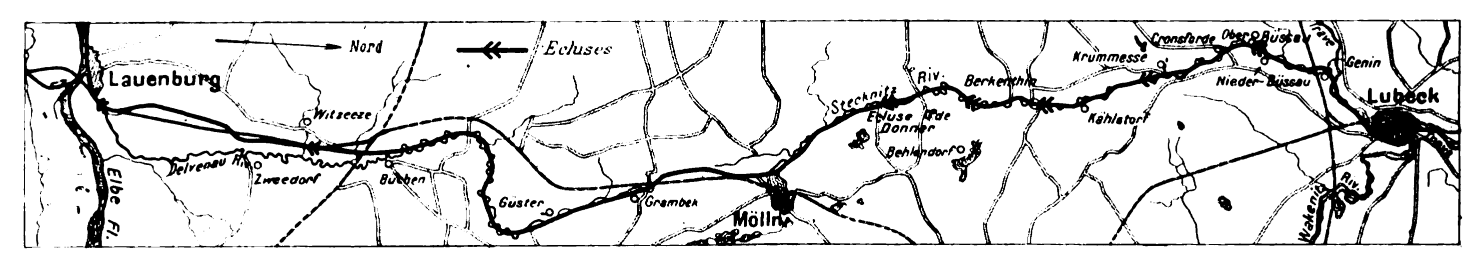



Fig. 2. — Tracé du canal de l'Elbe à la Trave.

Le niveau de la Trave varie, suivant la hauteur des marées dans la mer Baltique, de la cote + 3,11 à la cote — 2,22. Le niveau ordinaire de l'Elbe, à Lauenburg, est à la cote + 4,66; il peut monter jusqu'à + 9,43 et descendre à + 3,04. Quant au bief de partage du canal de l'Elbe à la Trave, il est à la cote + 11,83.

Le nouveau canal suit presque constamment le tracé de l'ancien canal de la Stecknitz. Il comporte sept écluses : cinq dans sa partie nord (côté de la Trave), qui a, en chiffres ronds, $17^{km}2$ de longueur, et deux dans sa partie sud (côté de l'Elbe), qui a $9^{km}5$ de longueur. Quant au bief de partage, sa longueur est de 30 kilomètres.

La fermeture de ces écluses est effectuée, à l'aval, au moyen de portes busquées, et, à l'amont, au moyen d'une porte flottante mobile autour d'un axe horizontal. Toutes les portes sont actionnées par l'air comprimé.

La largeur libre aux têtes d'écluse est de 12 mètres, et la hauteur d'eau sur les seuils est de $2^{m}50$.

Afin d'uniformiser autant que possible la consommation d'eau par éclusée pour les écluses ayant des hauteurs de chute différentes, on a muni toutes celles où cette hauteur est supérieure à 2 mètres, d'un ou plusieurs bassins d'épargne, dont le tableau ci-après indique le

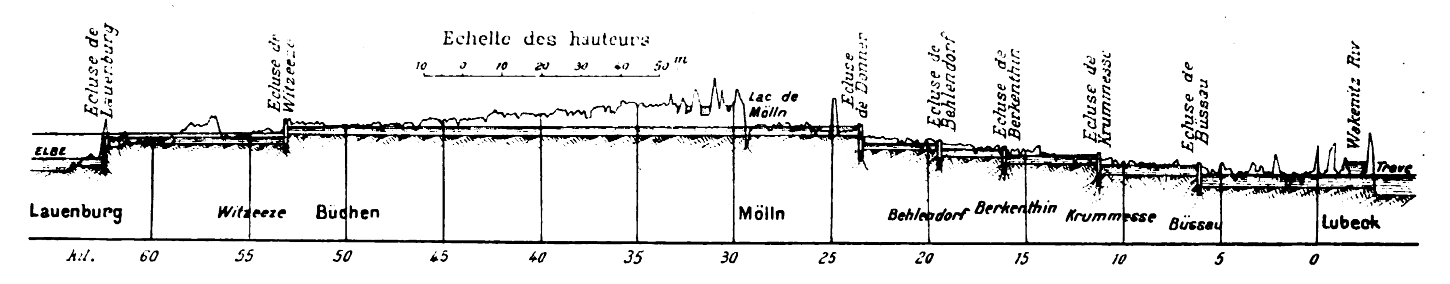



Fig. 3. — Profil en long du canal de l'Elbe à la Trave.

Le tableau suivant indique la hauteur de chute de chacune des écluses et la longueur des différents biefs de retenue :

| | Écluses. | Hauteur de chute. | Longueur du bief. |
|---|---|---|---|
| | | mètres | kilom. |
| Partie nord | Écluse de Büssau | 1,65 | 5,106 |
| | — Krummesse | 2,75 | 4,787 |
| | — Berkenthin | 1,75 | 3,256 |
| | — Behlendorf | 1,65 | 4,097 |
| | — Donner | 4,18 | Bief de partage 29,884 |
| Partie sud | — Witzeeze | 2,98 | |
| | — Lauenburg | 4,19 | 9,455 |

Les eaux qui alimentent le bief de partage proviennent des pluies tombées sur une superficie de 420 kilom. carrés, dont $2^{km2}2$ sont représentés par les lacs de Mölln. La quantité d'eau qu'elle pourra fournir pendant les années sèches sera suffisante pour vingt éclusées par jour. On pourra, d'ailleurs, dans les années exceptionnellement sèches, laisser baisser progressivement de $0^{m}50$ le niveau de l'eau dans le bief de partage, auquel sa grande surface permet de fonctionner comme réservoir.

La section que l'on a donnée provisoirement au canal comporte une largeur de plafond de 22 mètres et une profondeur d'eau minimum de 2 mètres; dans les garages d'évitement, la largeur du plafond est de $27^{m}30$. Tous les ouvrages d'art ont été construits de telle sorte que la largeur du canal au plafond puisse être portée à $27^{m}30$ et sa profondeur d'eau à $2^{m}50$. Devant les têtes d'écluses, le plafond du canal a été élargi à 36 mètres sur une longueur de 100 à 300 mètres.

Dans les courbes, qui ont un rayon minimum de 600 mètres, la largeur du canal est augmentée du triple de la longueur de la flèche d'un arc dont la corde aurait 78 mètres, longueur maximum d'un bateau.

Lors de l'établissement du projet, on a prévu, pour la traction des câbles de remorque, l'emploi d'appareils automoteurs actionnés par l'électricité et se déplaçant sur le chemin de halage, auquel on a déjà donné, en certains points, sa largeur définitive de $3^{m}50$. On a donné, pour la même raison, à tous les ponts, une largeur de 27 mètres permettant le passage simultané de deux bateaux.

nombre et les dimensions. Ces bassins réduisent la consommation d'eau, exprimée en hauteur d'eau dans l'écluse, aux valeurs inscrites dans la dernière colonne du tableau :

| Écluses | Bassins d'épargne — Nombre | Bassins d'épargne — Surface | Consommation réduite à |
|---|---|---|---|
| | | mètres carrés | mètres |
| Écluse de Krummesse | 1 | 2 800 | 1,73 |
| — Donner | 2 | 2 800 | 1,69 — 1,88 |
| — Witzeeze | 2 | 2 730 | 1,24 — 1,44 |
| — Lauenburg | 3 | 2 280 | 1,54 — 2,12 |

Fig. 4. — Plan d'ensemble d'une écluse avec bassin d'épargne munie des dispositifs Hotopp.

Ces bassins d'épargne sont en forme de secteur de cercle, ou d'éventail, la pointe touchant à l'écluse (fig. 4 et 5).

Remplissage et vidange des écluses. — Le remplissage et la vidange des écluses s'effectuent par l'intermédiaire d'aqueducs latéraux (fig. 7 à 11 du texte et fig. 1, 2 et 3, pl. XXXIV) situés au niveau du radier du sas de l'écluse, à laquelle ils sont reliés par huit embranchements uniformément espacés. Les extrémités des aqueducs latéraux, aboutissant aux biefs supérieur et inférieur, ont une section égale à une fois et demie celle de l'aqueduc lui-même ; la section totale des huit embranchements est égale au double de cette section. Les aqueducs latéraux se relient, d'autre part, au bassin d'épargne.

Les appareils habituels servant à isoler les aqueducs latéraux, soit que sa génératrice inférieure soit à un niveau plus bas que celui de l'eau dans le bief d'aval.

Ce réservoir d'amorçage est relié par des tuyaux à eau au bief supérieur et au bief inférieur, et par des tuyaux à air au sommet des différents siphons et à l'air libre, tous ces tuyaux étant munis de soupapes ou de robinets que l'on peut ouvrir ou fermer à volonté.

Si, après avoir fermé le robinet V installé sur le tuyau d'aspiration S (fig. 6), on ouvre le robinet $v$ de façon à mettre le tuyau à air $l$ en communication avec l'air libre, le réservoir d'amorçage se remplit d'eau par le tuyau d'amont $r$ jusqu'à sa génératrice supérieure, dès

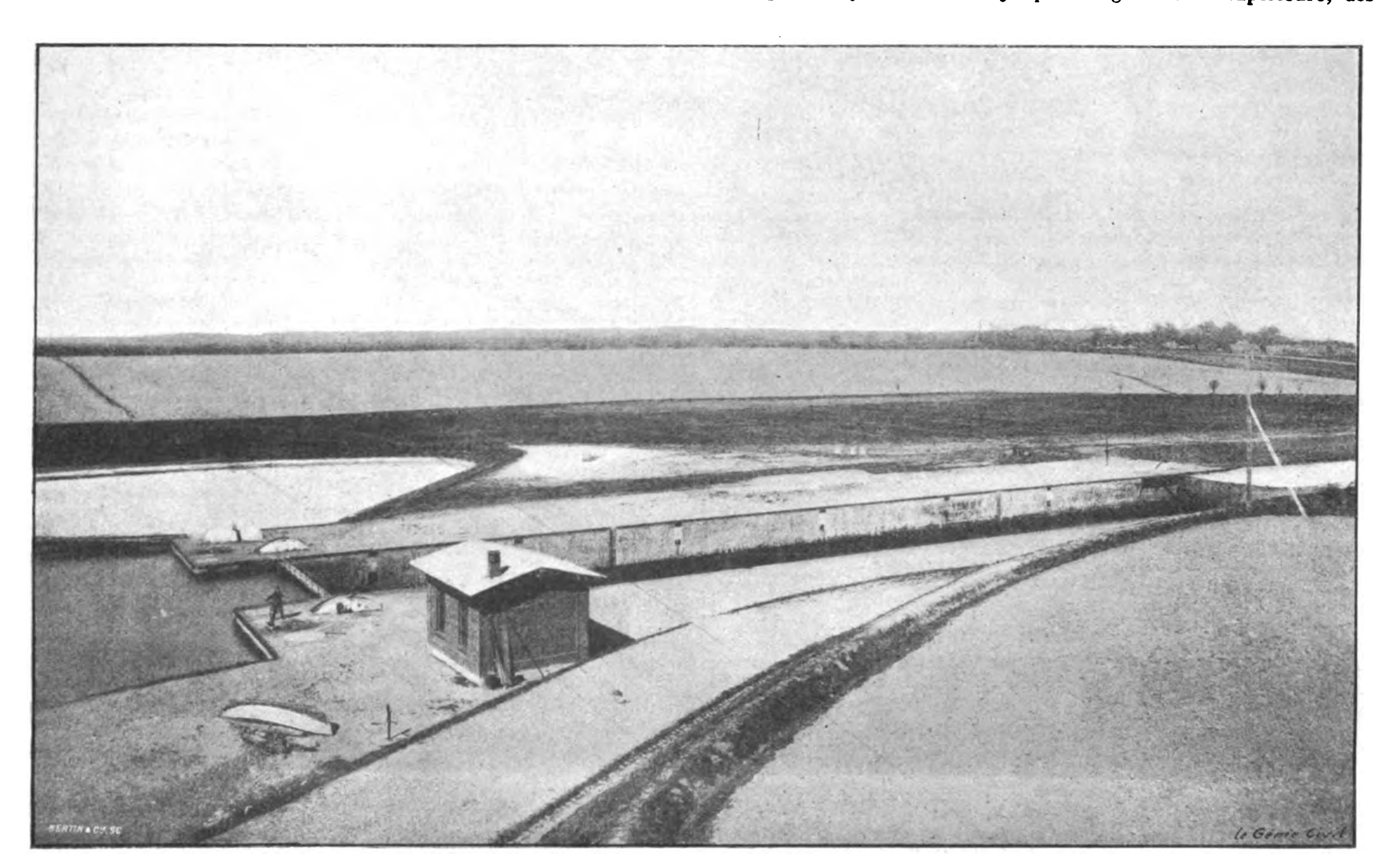


Fig. 5. — Canal de l'Elbe a la Trave : Écluse de Krummesse et son bassin d'épargne.

des biefs supérieur ou inférieur, soit du bassin d'épargne, sont remplacés par des siphons qui, au moyen des dispositifs du système Hotopp utilisant la hauteur de chute de l'écluse, permettent d'effectuer, à volonté, le remplissage et la vidange de cette dernière (1).

A cet effet, les aqueducs latéraux comportent à leur extrémité une paroi constituant un déversoir dont la crête est au niveau de l'eau dans le bief supérieur. Ce déversoir est franchi par un siphon en fer forgé, à revêtement intérieur de ciment, qui a la même largeur que l'aqueduc, mais dont la section, qui, à ses extrémités, est la même que celle de l'aqueduc, n'en est que les sept dixièmes à son point culminant.

D'autre part, dans une chambre ménagée dans la maçonnerie de l'écluse (fig. 6 du texte et fig. 8 et 9, pl. XXXIV), est installé un récipient cylindrique horizontal en fer forgé, ou réservoir d'amorçage, dont la génératrice supérieure est au niveau de l'eau dans le bief supérieur et, par suite, au niveau de la crête de déversement de tous les siphons. Le réservoir d'amorçage, dont le volume est d'environ 20 % supérieur à celui de l'air contenu dans les différents siphons que l'on peut avoir à faire fonctionner en même temps, doit, en outre, avoir un diamètre et une longueur tels

(1) Les renseignements relatifs aux divers dispositifs imaginés par M. Hotopp, sont empruntés à une étude de M. Hans Arnold et à une notice sur le canal de l'Elbe à la Trave, publiées dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*.

que, en redressant le levier coudé installé au-dessus du réservoir, on ouvre la soupape $c$, en même temps que l'on ferme la soupape C du tuyau à eau d'aval R.

Si alors on ferme le robinet $v$ du tuyau à air $l$ et si on fait basculer le levier coudé, ce qui ferme la soupape $c$ et ouvre la soupape C, l'eau qui remplit le réservoir d'amorçage ne pourra s'écouler vers l'aval que si, en agissant sur la soupape V, on relie le tuyau d'aspiration S du réservoir au tuyau d'aspiration $s$ du siphon, de façon à permettre à l'air contenu dans le siphon de passer dans le réservoir.

Fig. 6. — Dispositif de remplissage et de vidange des écluses, système Hotopp.

La communication des tuyaux d'aspiration une fois établie, le réservoir se videra en partie et, en même temps, l'air contenu dans le siphon se trouvera aspiré ; l'eau montera alors dans les branches de ce dernier, franchira sa crête de déversement et s'écoulera aussitôt par toute la section du siphon qui se trouve amorcé.

Par suite de la section rétrécie de la tête du siphon, il se produit, en ce point, lors de l'écoulement de l'eau, une diminution de pression qui aspire en sens inverse dans le siphon, par l'intermédiaire des tuyaux S et $s$, l'air contenu dans le réservoir d'amorçage, de telle sorte que celui-ci se remplit automatiquement d'eau par le tuyau R, c'est-à-dire d'eau venant de l'aval. Le réservoir se trouve ainsi prêt à amorcer un autre siphon.

On voit donc que l'on n'a besoin de remplir le réservoir d'amorçage

avec de l'eau d'amont qu'au moment de la mise en train après de longs arrêts de fonctionnement, ou bien pour compenser les fuites qui peuvent se produire.

Les tuyaux à air du réservoir d'amorçage, des deux siphons d'amont, des deux siphons d'aval et du siphon du bassin d'épargne aboutissent tous à un poste situé près de la tête d'amont de l'écluse (fig. 4 et 8), où siphons ont $0^{m}10$; et le tuyau à air *l*, $0^{m}05$. Quant aux tuyaux à eau ils ont, celui d'amont *r*, $0^{m}30$, et celui d'aval R, $0^{m}50$ de diamètre.

Avec ces dimensions, l'amorçage simultané d'une paire de siphons exige une minute après la manœuvre des robinets, et le remplissage et la vidange de l'écluse sept minutes sans utiliser le bassin d'épargne, et dix minutes dans le cas contraire.

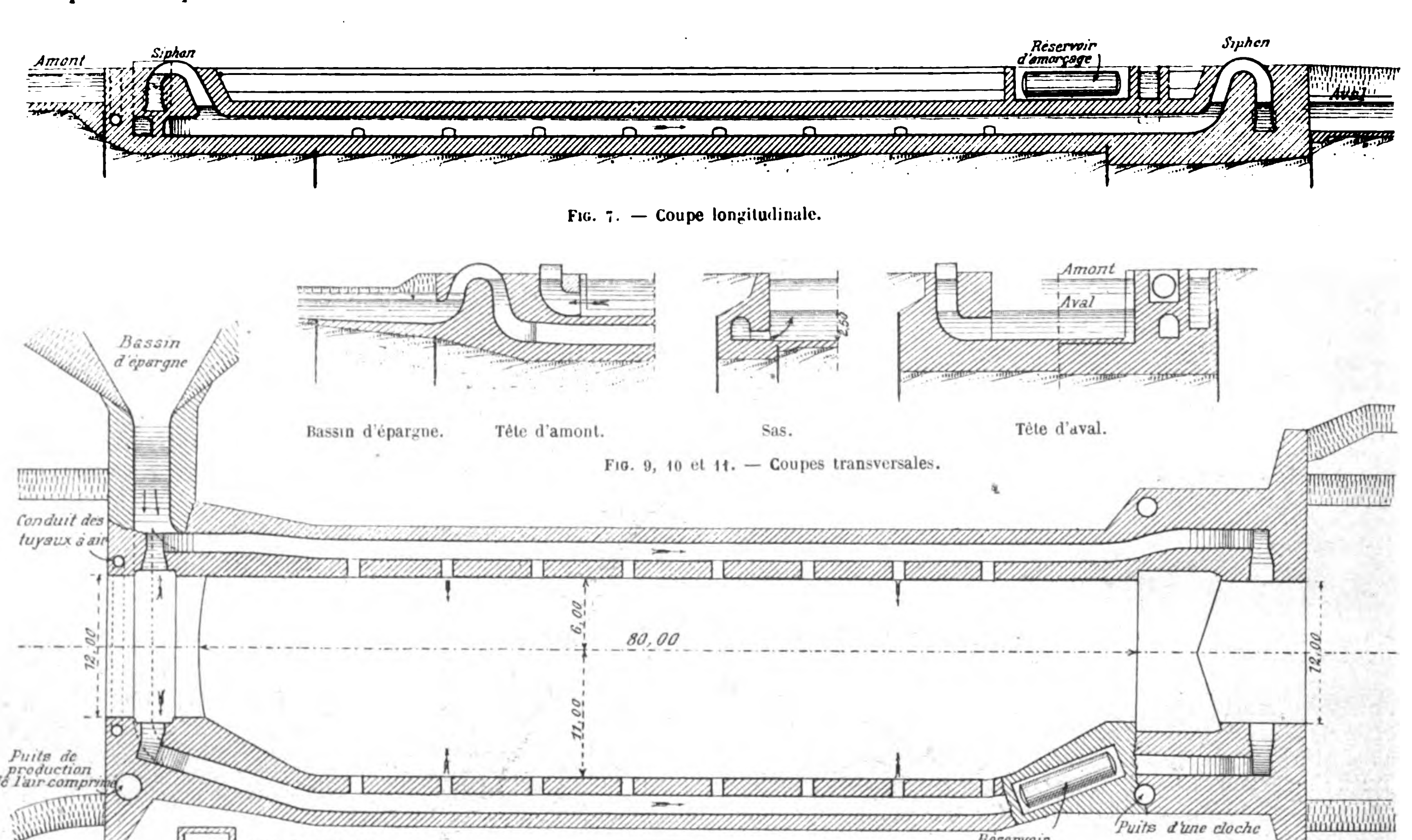



Fig. 7. — Coupe longitudinale.

Bassin d'épargne. Tête d'amont. Sas. Tête d'aval.

Fig. 9, 10 et 11. — Coupes transversales.

Fig. 8. — Coupe horizontale.

Fig. 7 à 11. — Écluse munie des dispositifs de remplissage et de vidange, système Hotopp.

se fait la manœuvre des robinets qui permettent de relier successivement le tuyau d'aspiration S du réservoir à l'un quelconque des tuyaux d'aspiration *s* des siphons, c'est-à-dire de déterminer, à volonté, le remplissage ou la vidange de l'écluse.

Un conduit, ménagé dans la tête d'amont de l'écluse (fig. 8), sert au passage des tuyaux à air qui relient le poste de manœuvre aux siphons installés dans le mur opposé de l'écluse.

*Application à l'écluse de Krummesse.* — C'est à l'écluse de Krummesse (fig. 1 à 3, pl. XXXIV) que les dispositifs du système Hotopp ont été d'abord appliqués. Cette écluse, dont la hauteur de chute est de $2^{m}75$, exige pour son remplissage 3 850 mètres cubes d'eau, dont on peut économiser, au moyen d'un bassin d'épargne, 1 400 mètres cubes, sur une hauteur de 1 mètre (fig. 1 et 5).

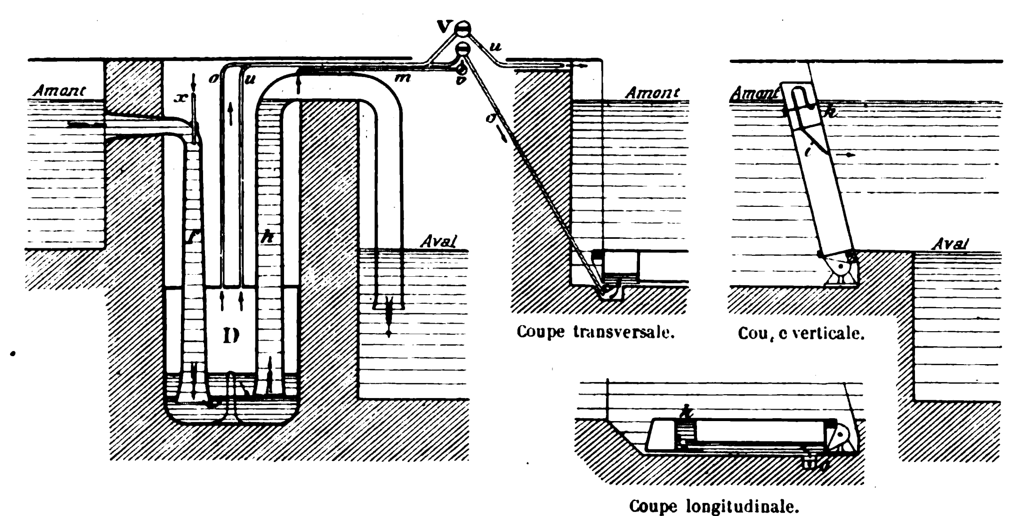



Fig. 12. — Production de l'air comprimé.

Coupe transversale. Coupe verticale. Coupe longitudinale.

Fig. 13, 14 et 15. — Porte d'amont.

Fig. 12 à 15. — Production de l'air comprimé et commande de la porte d'amont.

Les aqueducs latéraux ont chacun $2^{m2}4$ de section, leurs orifices d'entrée et de sortie $3^{m2}6$, et les embranchements $0^{m2}6$ chacun. Les têtes de siphon, dont la largeur est de $1^{m}6$ et la hauteur de $1^{m}1$, ont une section de $1^{m2}7$.

Le réservoir d'amorçage, dont le diamètre est de 2 mètres et la longueur de $8^{m}50$, a une capacité de 26 mètres cubes, tandis que l'espace rempli d'air d'un siphon est de 11 mètres cubes. Le tuyau d'aspiration S du réservoir a $0^{m}15$ de diamètre; les tuyaux d'aspiration *s* des

Manœuvre des portes d'écluse. — La manœuvre des portes d'écluse s'effectue, d'après le système Hotopp, au moyen de l'air comprimé.

*Production de l'air comprimé.* — Pour produire l'air comprimé nécessaire à ces manœuvres, on a ménagé, dans la tête d'amont de l'écluse (fig. 8 du texte et fig. 3, pl. XXXIV), un puits, profond de 6 mètres, au fond duquel est fixé dans le béton un cylindre en fer forgé, ou cloche à air comprimé, D (fig. 12 du texte et fig. 5 à 7, pl. XXXIV). Un tuyau d'amenée *f*, coudé à angle droit, et venant de l'amont, pénètre à travers le couvercle de la cloche, situé à $3^{m}30$ au-dessous du niveau d'amont, jusqu'à $0^{m}40$ du fond du puits. Ses branches, qui sont de forme évasée et ont à leur orifice d'entrée ou de sortie une section de $0^{m2}125$, se rétrécissent progressivement jusqu'au coude que forme le tuyau et dont la section est de $0^{m2}05$, c'est-à-dire les quatre dixièmes de celle de ses orifices. En ce point de section minimum s'insère dans le tuyau *f* un petit tube *x* de $0^{m}02$ de diamètre.

A $0^{m}50$ du fond du puits aboutit également la grande branche verticale d'un siphon *h*, large de $0^{m}40$, qui se recourbe ensuite horizontalement de telle sorte que sa génératrice inférieure soit juste à la hauteur du niveau d'amont, et dont enfin la petite branche verticale plonge dans l'écluse dans l'eau d'aval. Au sommet du siphon *h* est

branché un tuyau à air $m$ de 0m 04, qui aboutit au poste de manœuvre, où il peut être, au moyen du robinet $v$, mis en communication avec le réservoir d'amorçage, afin de faire fonctionner le siphon $h$, ou, au contraire, en être isolé.

Le siphon $h$ étant amorcé, l'eau d'amont qui pénètre par le tuyau $f$ dans la cloche D, s'écoule de cette cloche, par le siphon $h$, à l'aval. Mais, par suite de la forte réduction de section du tuyau d'amenée $f$ au point où il forme un coude, il se produit en ce point une diminution de pression, qui détermine une aspiration énergique d'air par le petit tube $x$.

Cet air se trouve entraîné par l'eau jusque dans la cloche, où il se rassemble à la partie supérieure, refoulant progressivement l'eau qu'elle contient, de telle sorte que la hauteur de la colonne d'eau, comprise entre la surface de l'eau dans la cloche D, et le niveau d'amont, correspond à chaque instant à la pression de l'air comprimé contenu dans cette cloche.

L'écoulement de l'eau de l'amont à l'aval, à travers la cloche D, et, par suite, la production de l'air comprimé, dure jusqu'à ce que la cloche soit remplie d'air comprimé jusqu'au niveau de l'orifice du siphon $h$, car, à ce moment, l'air en pénétrant dans celui-ci le désamorce. La profondeur à laquelle la grande branche du siphon $h$ pénètre dans la cloche D détermine donc la pression maximum de l'air comprimé, qui est, dans le cas actuel, représentée par une colonne d'eau de 5 mètres.

Le siphon étant désamorcé, si l'on vient à remplir l'écluse, l'eau monte dans la petite branche du siphon, comme dans l'écluse, c'est-à-dire jusqu'au nivau d'amont, autrement dit jusqu'à l'arête inférieure de la tête du siphon, pourvu que l'on permette à l'air qui s'y trouvait comprimé, de s'échapper librement en ouvrant le robinet du tuyau $m$.

Si alors on ferme à nouveau le tuyau $m$, et que l'on vide l'écluse, l'abaissement de l'eau dans la petite branche du siphon raréfie l'air dans ce dernier qui s'amorce. L'eau d'amont se met à nouveau à traverser la cloche D, en produisant de l'air comprimé, sans que l'on ait eu besoin de recourir, comme la première fois, à l'action du réservoir d'amorçage.

Du couvercle de la cloche D partent deux tuyaux à air comprimé $o$ et $u$, de 0m 05 de diamètre, qui aboutissent au poste de manœuvre où ils peuvent être, au moyen des robinets V, mis en relation avec les dispositifs de commande des portes d'aval ou d'amont.

La capacité de la cloche D est de 4m³ 5 ; mais la manœuvre des portes d'écluses, pour chaque éclusée double, ne consomme qu'environ 3 mètres cubes d'air comprimé sous une pression de 4 à 5 mètres de colonne d'eau.

*Porte d'amont.* — La tête d'amont de l'écluse est munie d'une porte unique, mobile autour d'un axe horizontal, situé à sa partie inférieure. Cette porte est constituée (fig. 15 à 17, pl. XXXIV) par un caisson métallique creux, dont le poids est légèrement supérieur à la poussée qu'il subit lorsque l'écluse est remplie, de telle sorte qu'un léger accroissement de poussée suffit à soulever la porte et à la fermer.

A cet effet, le compartiment supérieur $k$ du caisson (fig. 13 à 15 du texte et fig. 4, pl. XXXIV) est relié constamment à l'eau d'amont par des conduits plats ouverts qui, partant de chaque côté du bord inférieur de la porte, aboutissent à ce compartiment $k$. Dans ces conditions, la porte reste couchée sur le radier de la chambre qui lui a été ménagée, et dans laquelle, au voisinage de l'axe de rotation de la porte, sous chacun des conduits latéraux est installée une boîte en fonte, pourvue d'orifices et où vient déboucher le tuyau à air comprimé $o$, qui traverse le bajoyer de l'écluse.

Pour fermer la porte d'amont, on fait, en agissant sur les robinets du poste de manœuvre, arriver l'air comprimé de la cloche D, par le tuyau $o$, dans les boîtes en fonte placées au-dessous de la porte. L'air s'échappant de ces boîtes, pénètre dans les conduits latéraux de la porte et chasse l'eau contenue dans le compartiment $k$. La porte se trouve allégée et se ferme progressivement en une minute.

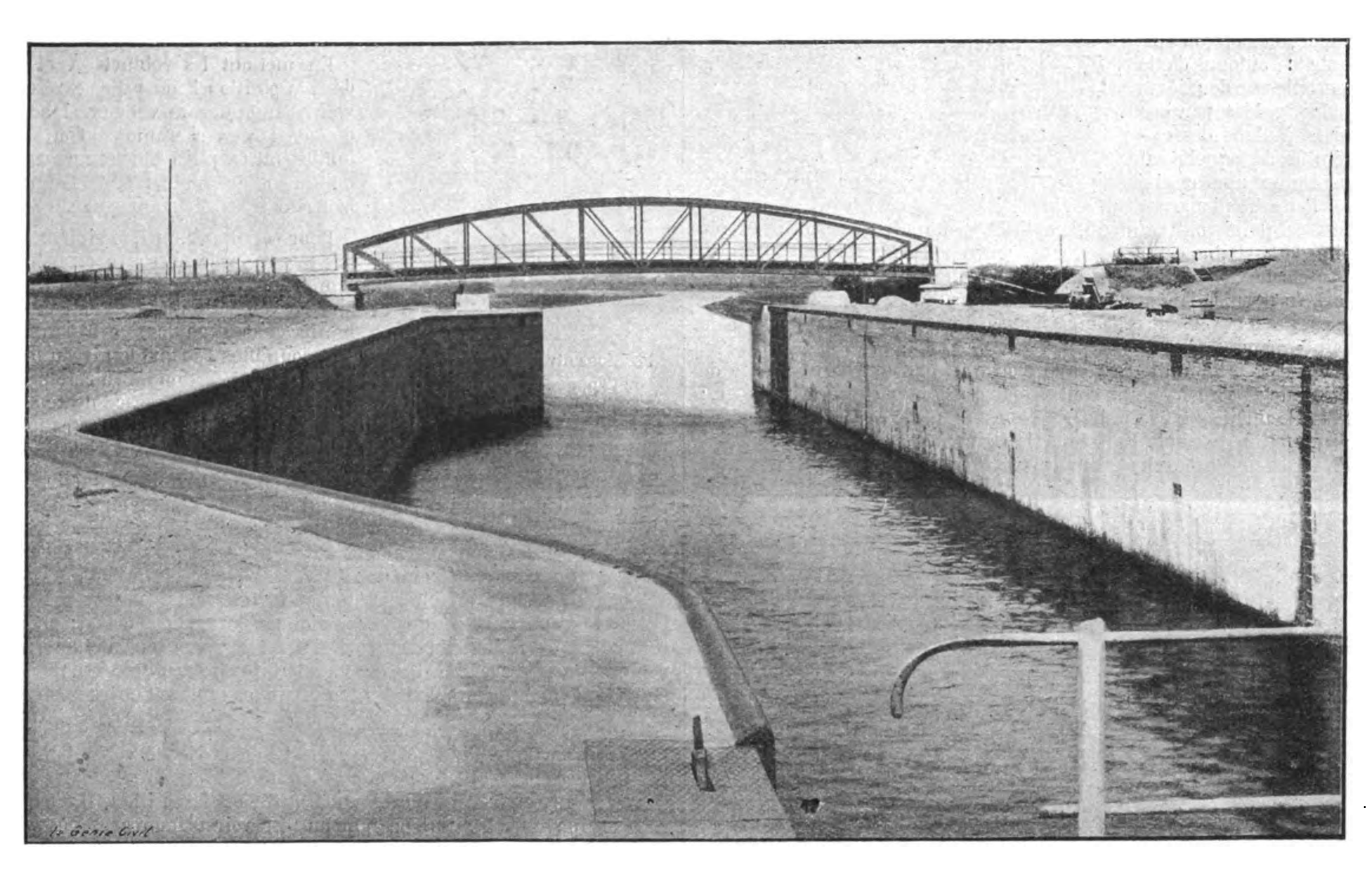


Fig. 16. — Canal de l'Elbe a la Trave : Vue du sas d'une écluse, les portes d'aval ouvertes.

Lorsque l'on commence à vider l'écluse, la porte se trouve maintenue dans sa position de fermeture par la pression de l'eau d'amont, tandis que l'air contenu dans le compartiment $k$ s'échappe de lui-même par un petit tube de 0m 025 de diamètre $i$, qui débouche à l'aval. En même temps, le compartiment se remplit de l'eau d'amont, de telle sorte que la porte, munie à nouveau de sa surcharge d'eau, est prête, dès que l'on aura rempli l'écluse jusqu'au niveau d'amont, à se coucher *automatiquement* en une minute au fond de l'eau, c'est-à-dire à ouvrir l'écluse à l'amont, sans autre opération que le remplissage de cette dernière.

Un dispositif spécial permet d'ailleurs, si on le désire, d'immobiliser la porte dans sa position de fermeture lorsque l'écluse est remplie.

Comme l'orifice du tuyau $o$ se trouve à 3m 30 au-dessous de la surface de l'eau et que l'air comprimé doit arriver avec une vitesse suffisante, il est nécessaire que cet air soit à une pression d'environ 4m 50 de colonne d'eau.

La manœuvre de la porte d'amont consomme, par éclusée, environ 1 mètre cube d'air comprimé, qui, par suite de la diminution de

pression, se dilate et occupe le volume du compartiment *k*, qui est de $0^{m}30 \times 0^{m}60 \times 12$ mètres, soit en nombre rond 2 mètres cubes.

*Portes d'aval.* — Les portes busquées d'aval sont également des portes métalliques ((fig. 16 du texte et fig. 10 et 11, pl. XXXIV). Pour les alléger, on a disposé la partie médiane inférieure de chacune d'elles en forme de caisson étanche plein d'air. Ce dispositif équilibre moitié du poids de chacune des portes et procure un fonctionnement plus doux et plus régulier. Des vannes sont, en outre, disposées dans chaque porte, pour être utilisées en cas de besoin.

En fonctionnement normal, les portes d'aval sont actionnées chacune (fig. 17 du texte et fig. 12 à 14, pl. XXXIV) par une barre agissant au milieu de la partie supérieure de la porte. Cette barre reçoit son mouvement d'une chaîne fixée à ses deux extrémités et qui passe sur une roue à empreintes *z*.

Cette roue *z* est commandée de la façon suivante : autour d'elle s'enroule une deuxième chaîne, guidée par des galets, à l'une des extrémités de laquelle est suspendue une cloche en fonte T plongeant dans un puits constamment rempli d'eau, tandis qu'à l'autre extrémité de la chaîne est suspendu un contrepoids G.

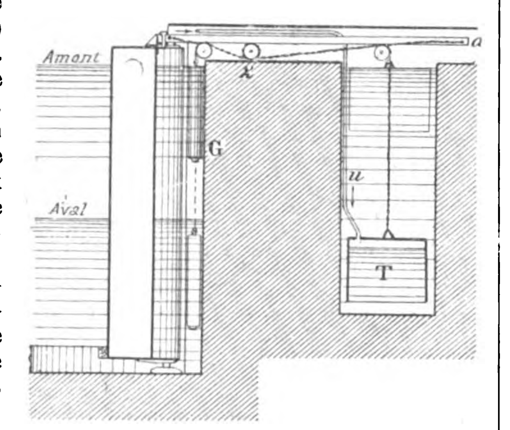



Fig. 17. — Commande de l'une des portes d'aval.

La cloche T a $1^{m}30$ de diamètre et 1 mètre de hauteur. Remplie d'eau, son poids l'emporte de 660 kilogr. sur le contrepoids, de sorte qu'en s'enfonçant dans l'eau, elle peut faire ouvrir la porte et la maintenir ouverte.

Mais si l'on remplit d'air cette cloche T, elle se trouve allégée de 1 320 kilogr. ; c'est alors le contrepoids qui l'emporte de 660 kilogr. ; la cloche monte dans le puits où elle est plongée, et la porte se ferme en une minute sous la poussée de la barre *a*.

L'air comprimé arrive aux cloches logées dans les puits situés de part et d'autre de l'écluse par des tubes flexibles, auxquels aboutissent les tuyaux *u* commandés par le robinet V.

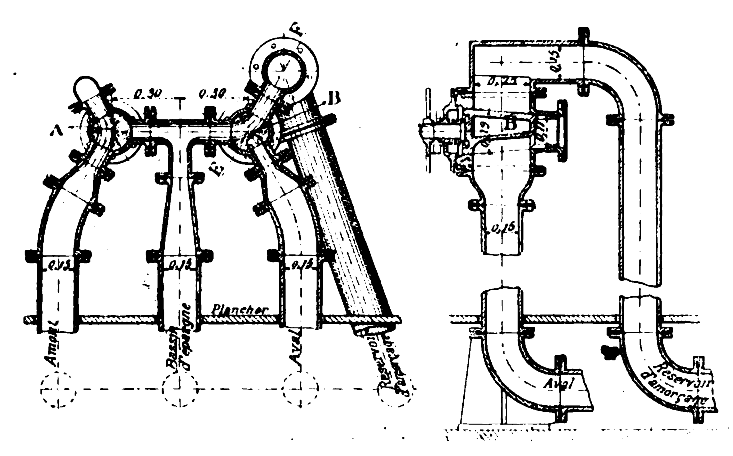



Fig. 18 et 19. — Coupe longitudinale et coupe EF de l'appareil de commande du remplissage ou de la vidange d'une écluse et de son bassin d'épargne.

Une fois que les portes sont fermées et qu'elles sont maintenues par la pression de l'eau qui remplit l'écluse, on laisse échapper, en ouvrant le robinet des tuyaux *u*, l'air comprimé contenu dans les cloches qui sont maintenant à la partie supérieure de leurs puits. Les cloches se remplissent d'eau et le poids de chacune l'emporte à nouveau de 660 kilogr. sur son contrepoids; elles sont donc prêtes, dès que l'on videra l'écluse, à s'enfoncer et à ouvrir *automatiquement*, en une minute, les portes busquées.

La partie supérieure des cloches T, qui ont 1 mètre de hauteur, se trouve, dans leur position inférieure, à 3 mètres au-dessous du niveau de l'eau. L'air comprimé à 4 ou 5 mètres de hauteur d'eau suffit donc également pour manœuvrer les portes d'aval. Chaque cloche consomme, par opération, environ 1 mètre cube d'air comprimé, soit 2 mètre cubes pour la fermeture des deux portes busquées, leur ouverture se faisant, comme on vient de le voir, automatiquement et sans dépense d'air.

Fonctionnement. — Avec les dispositifs du système Hotopp, un seul éclusier peut, du poste de manœuvre situé, comme nous l'avons vu près de la tête d'amont de l'écluse, effectuer, sans effort appréciable, toutes les opérations d'éclusage.

Nous venons d'indiquer comment se fait la manœuvre des portes d'amont et d'aval. Nous allons décrire plus en détail la façon dont s'exécutent en pratique les opérations de remplissage et de vidange de l'écluse.

Le tuyau partant du réservoir d'amorçage (fig. 1 à 3, pl. XXXIV) aboutit à l'appareil, situé dans le poste de manœuvre et que représentent les figures 18 et 19. Cet appareil est relié par d'autres tuyaux respectivement aux deux paires de siphons d'amont et d'aval et au siphon du bassin d'épargne. Il comporte deux robinets A et B qui servent à déterminer, à volonté, l'amorçage de tel ou tel siphon ou groupe de siphons.

Les diverses positions de ces deux robinets sont représentées par la figure 20; mais selon qu'on utilise ou non le bassin d'épargne, l'ordre de leurs positions successives est différent.

Fig. 20. Positions diverses des robinets de l'appareil de commande.

*Premier cas : On n'utilise pas le bassin d'épargne.* — L'écluse étant vide, on se propose de la remplir avec l'eau du bief d'amont seulement.

En mettant les robinets A et B dans la position I, on relie le réservoir d'amorçage aux deux siphons d'amont; ceux-ci s'amorcent et, dès qu'ils sont en plein fonctionnement, on tourne le robinet B de façon à isoler le réservoir d'amorçage.

Pour cette position I, le siphon du bassin d'épargne se trouve, en même temps que les siphons d'amont, relié au réservoir d'aspiration. Mais comme le niveau de l'eau dans ce bassin est beaucoup plus bas que le niveau d'amont, la raréfaction de l'air ne peut pas, dans le court espace de temps nécessaire à l'amorçage des siphons d'amont, être poussée assez loin pour amorcer également le siphon du bassin d'épargne.

Lorsque ensuite il s'agit de vider l'écluse, il suffit de mettre le robinet B dans la position II, ce qui relie les deux siphons d'aval au réservoir d'amorçage. En même temps, on tourne le robinet A de façon à relier les siphons d'amont à l'air libre, ce qui permet à l'eau qu'ils contiennent de s'écouler.

Dans la pratique, la plupart du temps, on ne se servira pas du réservoir d'amorçage pour faire fonctionner les siphons d'aval; on se contentera de relier ceux-ci aux siphons d'amont en mettant les robinets dans la position II*a*, de telle façon que l'eau qui s'écoule des siphons d'amont aspire l'air contenu dans ceux d'aval et les amorce.

*Deuxième cas : On utilise le bassin d'épargne.* — Au précédent éclusage, une partie de l'eau qui remplissait l'écluse a été vidée dans le bassin d'épargne.

A cet effet, on a mis les robinets A et B dans la position III, ce qui relie le siphon du bassin d'épargne au réservoir d'amorçage. Dès que le fonctionnement du siphon a égalisé les niveaux de l'eau dans l'écluse et dans le bassin d'épargne, on fait écouler vers l'aval le reste de l'eau contenue dans l'écluse, en mettant le robinet B dans la position II ou II*a*.

Lorsque l'on veut à nouveau remplir l'écluse, on commence, en mettant les robinets dans la position III, par faire écouler dans l'écluse l'eau du bassin d'épargne, puis on achève de la remplir avec l'eau d'amont (position I). Ces deux manœuvres s'exécutent immédiatement l'une après l'autre, de telle sorte que l'on actionne les siphons d'amont, dès que les niveaux de l'eau, dans le bassin d'épargne et dans l'écluse, sont voisins l'un de l'autre.

Comme précédemment, il n'est pas toujours nécessaire de se servir du réservoir d'amorçage pour mettre les siphons en activité; il suffit de les relier convenablement les uns aux autres.

D'après ce que nous avons successivement indiqué, la durée des manœuvres, pour l'écluse de Krummesse, est la suivante :

| | |
|---|---|
| Fermeture des portes busquées. . . . . . . . | 1 minute. |
| Remplissage de l'écluse . . . . . . . . . . . | 7 — |
| Ouverture de la porte d'amont. . . . . . . | 1 — |
| Total. . . . . . | 9 minutes. |

Dans le cas où l'on utilise le bassin d'épargne, la durée des manœuvres se trouve augmentée de 3 minutes.

Dépenses. — Les dépenses d'installation du système Hotopp pour une écluse sans bassin d'épargne se montent à 30000 francs. Pour une écluse avec bassin d'épargne, elles sont de 41 250 francs.

Les dispositifs habituels coûtent évidemment moins cher d'installation, mais ils ne peuvent pas être actionnés pratiquement par un seul homme, aussi les dépenses d'exploitation sont-elles beaucoup plus élevées, et, dans le cas qui nous occupe, on désirait les réduire au minimum.

Les dépenses de premier établissement du canal de l'Elbe à la Trave sont estimées à environ 30 millions de francs. La part de la Prusse dans ces dépenses a été fixée au tiers, mais avec un maximum de 9 375 000 francs.

Les frais d'entretien et d'exploitation des ports de Lauenburg et de Lubeck seront supportés respectivement par la Prusse et par la ville hanséatique de Lubeck, sur le territoire desquelles ils se trouvent; quant à ceux du canal, ils seront partagés, entre la Prusse et Lubeck, dans la proportion dans laquelle elles ont participé à ses dépenses de premier établissement.

Georges Henry,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

---

## EXPOSITION DE 1900

### MACHINES A VAPEUR A GRANDE VITESSE

**Système E. Mertz.**

Quand on parcourt les salles des groupes électrogènes de l'Exposition, il semble que l'on peut classer tous les moteurs à vapeur qui y figurent en deux groupes : les machines de grande puissance dont les vitesses sont inférieures, en général, à 100 tours par minute, et qui actionnent des alternateurs à haut voltage, et les machines à grande vitesse, de dimensions réduites, accouplées directement aux dynamos pour l'éclairage.

Le *Génie Civil* a déjà décrit un certain nombre de machines du premier groupe et tout récemment, parmi celles du second groupe, dans lequel figurent les types connus des Willans et des Carels, il signalait la nouvelle machine Delaunay-Belleville (1). Dans ce dernier ordre d'idées, il nous paraît intéressant d'indiquer encore, brièvement, les deux solutions différentes du même problème présentées à l'Exposition par les établissements E. Mertz, de Bâle, qui ont installé dans l'annexe de la salle des machines Suffren, entre autres machines, une machine à vapeur à triple expansion de 360 chevaux, accouplée à une dynamo Alioth, et une machine compound jumelle-tandem de 225 chevaux.

Machine a vapeur a triple expansion, de 360 chevaux. — Cette machine verticale, d'une grande simplicité, est essentiellement constituée par la combinaison de trois cylindres à haute, moyenne et basse pression, placés l'un à côté de l'autre, au-dessus d'un bâti entièrement clos formant une assise robuste sur les fondations (fig. 1, 2 et 3).

Dans chacun des cylindres, deux pistons, dont les tiges peuvent coulisser l'une dans l'autre, se déplacent en sens inverse, la vapeur vive agissant successivement sur leur face interne et externe. Chaque cylindre joue donc le même rôle que deux cylindres à double effet combinés. Cette disposition permet notamment, pour une même vitesse de rotation de l'arbre principal, de diminuer de moitié la vitesse des pistons, par rapport à une machine à vapeur ordinaire, avec cylindres à un seul piston.

Les dimensions caractéristiques des cylindres sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| Diamètre du cylindre à haute pression | 0m 190 |
| — — moyenne pression | 0m 450 |
| — — basse pression | 0m 700 |
| Course commune des pistons | 0m 350 |

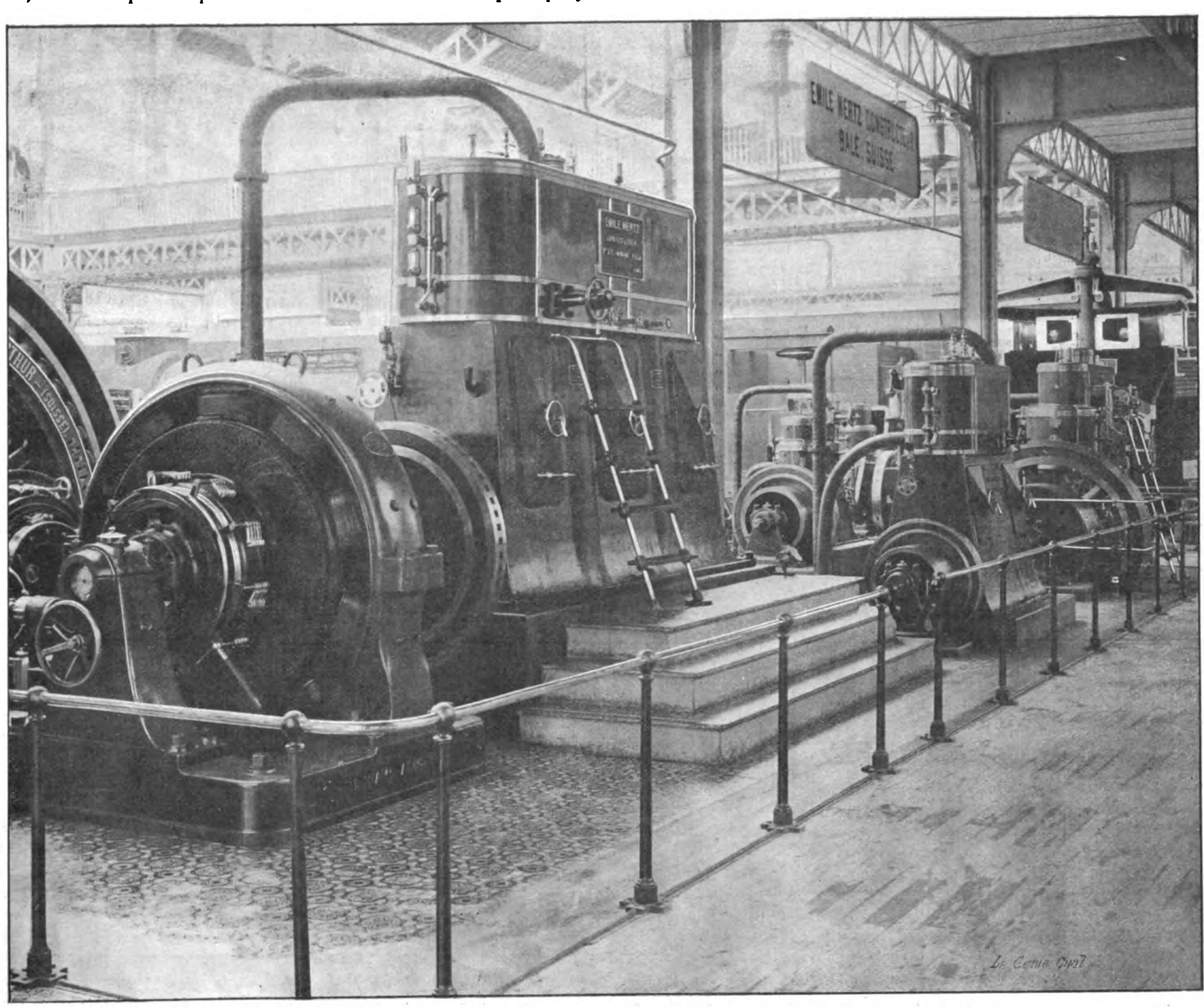



Fig. 1. — Vue générale de la machine à triple expansion, système Mertz, au Champ-de-Mars.

Les manivelles commandées par les deux systèmes de pistons de chaque cylindre attaquent l'arbre moteur à 180° l'une de l'autre. Les tiges des pistons sont guidées dans leur mouvement par des glissières fixées sur la face interne arrière du bâti.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 19, p. 337.

Tandis que la tige pleine du piston supérieur s'attache directement, à la façon ordinaire, à la bielle motrice, la tige creuse du piston inférieur se fixe sur une traverse aux extrémités de laquelle deux bielles sont placées, qui transmettent l'effort moteur sur l'arbre-manivelle. La combinaison des efforts résultants sur l'arbre-manivelle est telle que les pressions exercées sur les paliers s'annulent réciproquement tiroirs creux, est fixe pour les cylindres à moyenne et à basse pression.

L'admission au cylindre à haute pression est caractérisée par l'emploi de deux tiroirs cylindriques concentriques, du type Rider (fig. 2), soumis à l'action directe d'un régulateur à boules et à ressort. Ce mode de distribution permet de faire varier la détente entre les plus grandes limites et de la régler avec précision. Le régulateur, placé extérieurement à la machine et en arrière, sur une console formée par le bâti, est actionné par l'arbre principal au moyen d'une chaîne à rouleaux.

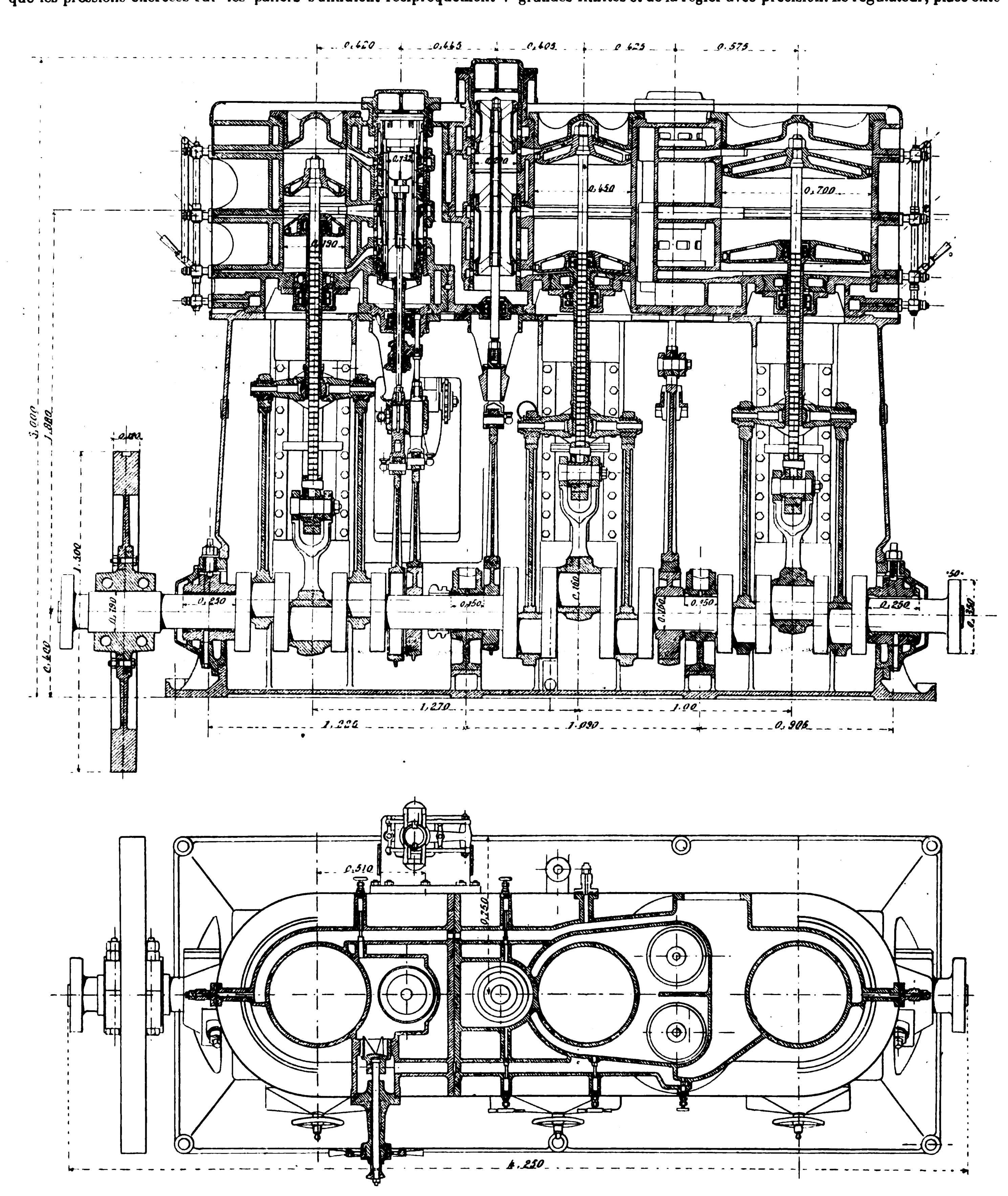


Fig. 2 et 3. — Coupe verticale et plan de la machine à vapeur à triple expansion.

et que la machine est exactement équilibrée. Ce fait a permis, à l'Exposition, de faire fonctionner cette machine, à pleine charge, sans boulons de fondation.

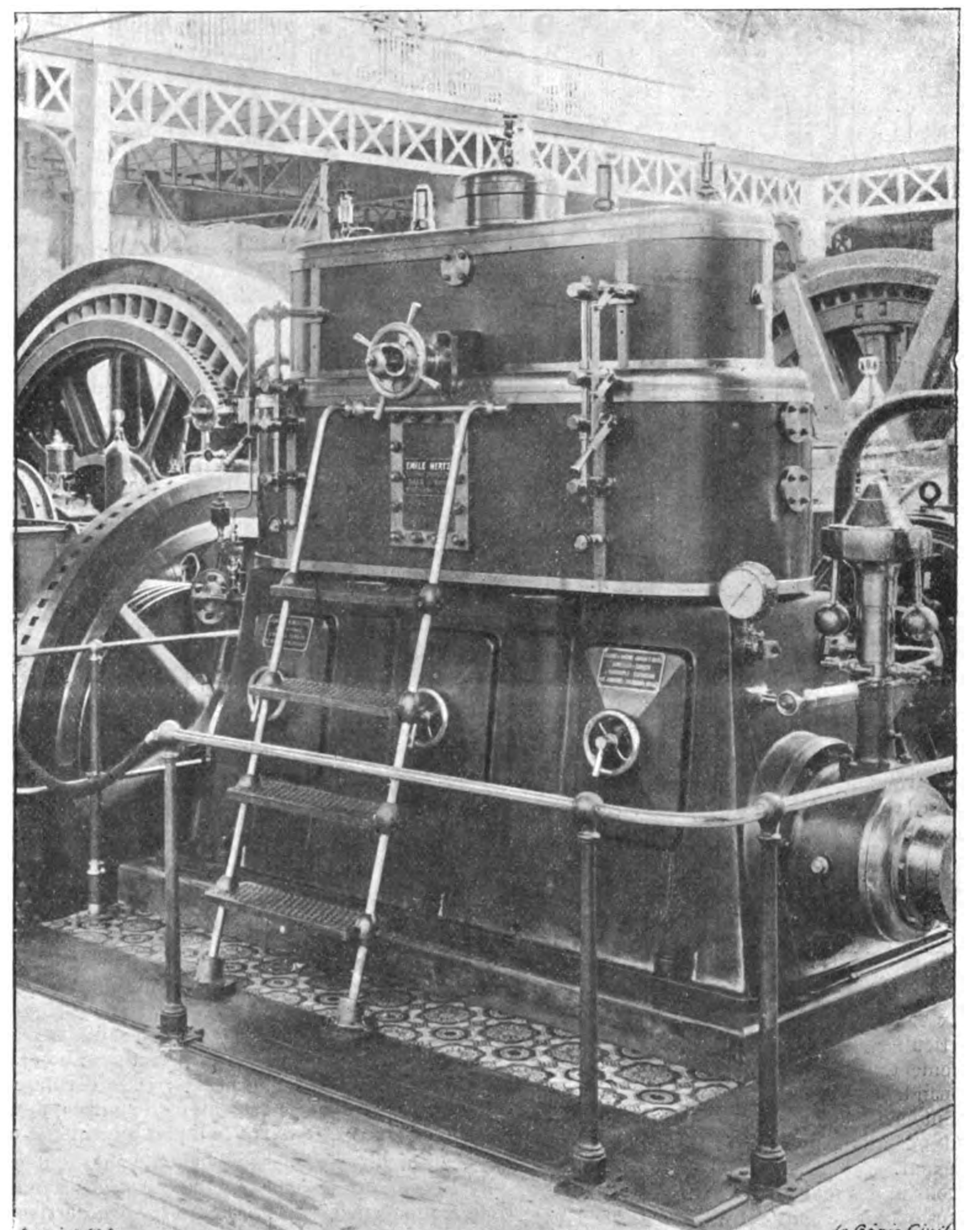
Les tiroirs de distribution sont logés entre les cylindres et actionnés directement par excentriques. Pour le cylindre à basse pression (fig. 2 et 3) il existe deux tiroirs de distribution. La détente, commandée par

L'arbre principal, en acier forgé, d'une seule pièce, repose à ses extrémités sur deux paliers formés par le bâti et sur deux paliers intermédiaires formés par la plaque de fondation qui est venue elle-même de fonte avec le bâti.

Parmi les dispositifs de construction de cette machine, il convient de signaler l'emploi exclusif de boîtes à étoupes métalliques à serrage élastique, par ressort, qui permettent de réduire les résistances passives. Malgré la complication apparente des organes moteurs, résultant de la combinaison des couples de pistons de chaque cylindre, les difficultés de montage ne sont pas grandes et la visite de toutes les pièces est facile, soit au moyen des larges portes du bâti, soit par les couvercles des cylindres et des boîtes de tiroirs.

Le graissage des pièces en mouvement : manivelles, bielles et tiges de pistons, s'obtient par simple barbotage dans un bain d'huile. Une pompe à huile actionnée par l'arbre principal effectue la lubrification des pistons et des tiroirs.

Les pièces soumises aux efforts sont, dans cette machine, en acier forgé ; les pièces en mouvement sont interchangeables ; celles sujettes à des usures sont pourvues de rappels.


Fig. 4. — Vue d'ensemble de la machine compound, système Mertz.

Cette machine est combinée à un condenseur par mélange, à jet. Son aspect extérieur (fig. 1) est assez sobre : les cylindres, au-dessus du bâti clos, sont entourés de tôles bleuies, avec bandes d'acier ; devant, et au-dessus du bâti, se trouvent des manivelles-volants commandant l'arrivée de la vapeur et la purge des cylindres ; en arrière, le régulateur ; sur les côtés des cylindres, aux extrémités du bâti, les leviers des robinets de purge. Le volant n'a que 1m90 de diamètre.

Avec de la vapeur à 10 kilogr., cette machine est susceptible de développer 360 chevaux ; elle tourne à 280 tours. La consommation de vapeur est de 6kg5 par cheval et par heure.

La machine que nous venons de décrire est accouplée directement par un manchon rigide à une dynamo système Alioth, à 8 pôles, fournissant 450 ampères sous 500 volts.

**Machine a vapeur compound de 225 chevaux.** — Cette machine verticale compound, jumelle-tandem, à simple effet, a un aspect extérieur (fig. 4) assez semblable à celui de la précédente machine. Elle fonctionne également à condensation et se combine à un condenseur à jet.

Elle comporte, au-dessus d'un bâti entièrement clos (fig. 5), deux lignes de cylindres superposés en tandem, dont les pistons accouplés attaquent à 180° l'un de l'autre l'arbre moteur horizontal. Celui-ci prend appui sur deux paliers extrêmes et sur deux paliers intermédiaires. La machine est symétrique par rapport à un plan médian transversal ; des dynamos peuvent être accouplées directement par disques, à l'une et l'autre extrémités de l'arbre moteur.

Les dimensions caractéristiques des cylindres sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Diamètre des deux cylindres à haute pression . . | mètres | 0,330 |
| — — basse — . . . | — | 0,500 |
| Course commune des pistons. . . . . . . . . . . | — | 0,350 |

Les cylindres supérieurs, à haute pression, sont alternativement alimentés de vapeur par un distributeur d'admission commun à détente variable. L'échappement de la vapeur de chaque cylindre à haute pression et son admission dans le cylindre à basse pression correspondant sont commandés par un tiroir à pistons équilibré. Celui-ci détermine également l'échappement de la vapeur du cylindre à basse pression vers le condenseur. Les tiroirs de distribution à pistons sont placés extérieurement aux lignes de cylindres en tandem. Tous les tiroirs de distribution sont actionnés par l'arbre à manivelles, au moyen d'excentriques.

Le système de distribution de cette machine est principalement caractérisé par ce fait qu'il permet à la vapeur d'agir successivement au-dessus et au-dessous de chaque piston. La vapeur vive exerce d'abord son action au-dessus du piston à haute pression ; à fin de course, elle passe au-dessous de ce piston, puis, au-dessus du piston à basse pression et, enfin, au-dessous de ce dernier, avant de se rendre au condenseur.

La vapeur subit donc une quadruple expansion ; il n'y a, à proprement parler, que deux détentes actives, au-dessus de chaque piston, mais les deux détentes sous ces pistons contribuent également au travail produit, en ce sens qu'elles permettent d'équilibrer complètement les pistons pendant leur montée, sous l'action du second couple de pistons moteurs. La vapeur agit alors, en effet, sur leurs deux faces, à la même pression. La partie du cylindre, au-dessous du piston à haute pression, joue, en réalité, le rôle d'espace intermédiaire. Ce mode d'action de la vapeur a pour résultat d'en diminuer assez notablement la consommation qui est égale à celle d'une machine à triple expansion.

Le tiroir de distribution central, à deux cylindres concentriques, du type Rider (fig. 5), est soumis à l'action d'un régulateur à force centrifuge à ressort, qui règle automatiquement la détente. Un second ressort de réglage, dont l'action se combine à celle du ressort du régulateur, permet de faire varier pendant la marche la vitesse de la machine.

Le régulateur à force centrifuge est mis en rotation au moyen d'une paire de roues d'angle. Son manchon, contre lequel s'appuie le ressort agissant à l'encontre de la force centrifuge, est embrassé par un levier à fourche fixé sur un arbre horizontal. Celui-ci, placé à l'intérieur du bâti, dans le sens longitudinal, se prolonge (fig. 5) jusqu'à hauteur du tiroir de distribution central. Tout mouvement de montée et de descente du manchon du régulateur produit un mouvement angulaire de l'arbre horizontal et, par l'intermédiaire d'un système de biellettes, un mouvement de rotation du tiroir intérieur de distribution.

Le ressort de réglage additionnel est placé dans le voisinage du régulateur, à l'extérieur de la machine ; la tension de ce ressort peut être rendue visible au moyen d'une graduation qui peut servir à indiquer le nombre normal de révolutions de l'arbre moteur.

La lubrification des tiroirs de distribution et des pistons est assurée par une pompe à huile actionnée par l'arbre principal de la machine; le graissage des pièces en mouvement est effectué par simple barbotage, dans un bain d'huile, à la partie inférieure du bâti.

Un purgeur automatique est placé à l'entrée de la vapeur dans les cylindres à haute pression.

La puissance de la machine, avec de la vapeur vive à 10 kilogr., est de 225 chevaux. Dans ces conditions, elle tourne à 290 tours. La consommation de vapeur, pour la marche à condensation, est d'environ 7$^{kg}$ 2 par cheval et par heure.

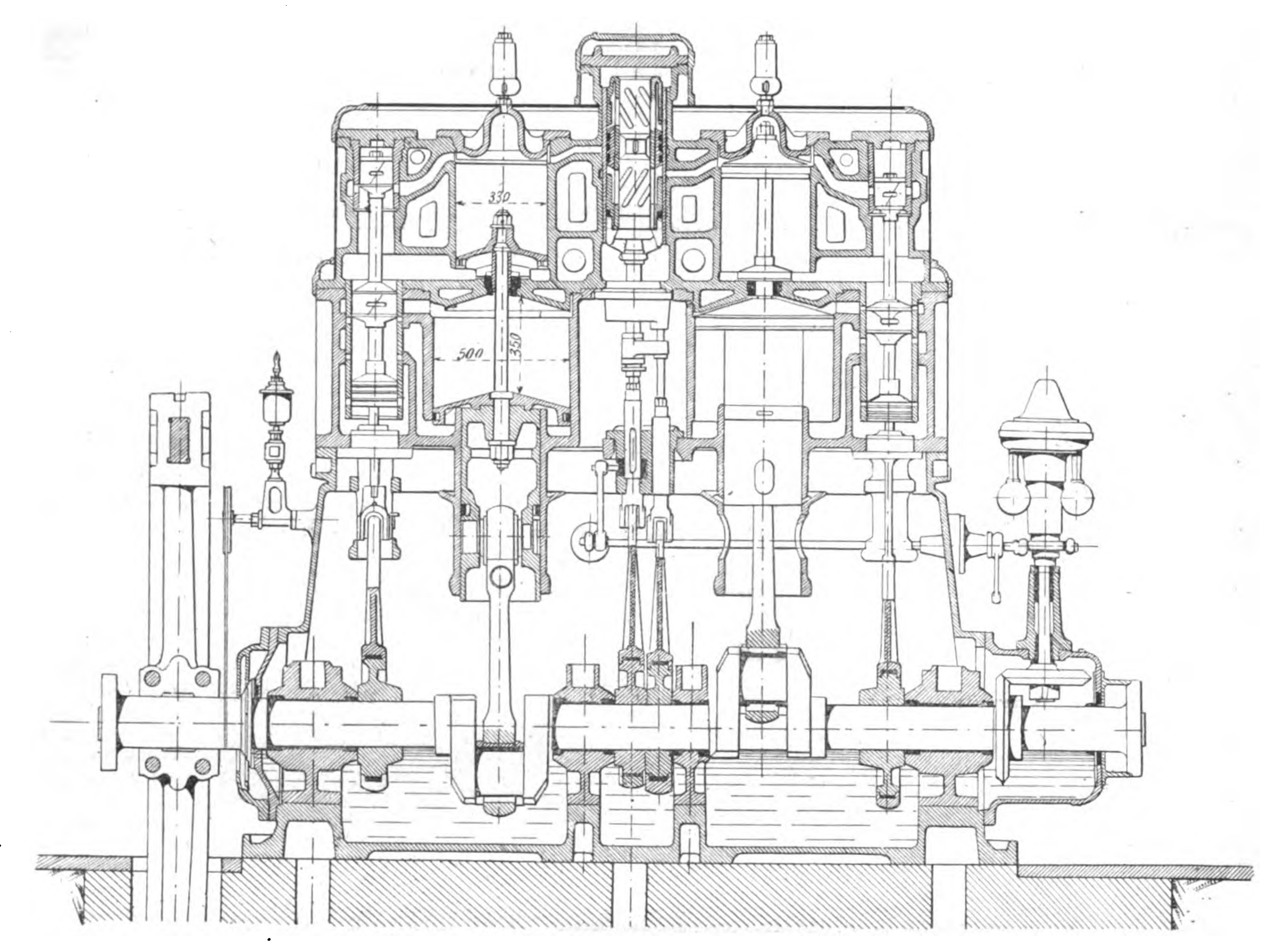



Fig. 5. — Coupe transversale de la machine compound.

Alfred Boudon,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## L'AGRICULTURE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

*(Suite [1]).*

4° Machines servant aux travaux de récolte. — Les machines de cette catégorie et, en particulier, les faucheuses, les moissonneuses et les lieuses, sont certainement, à l'heure actuelle, celles qui ont le plus de vogue et qui se répandent le plus rapidement dans nos campagnes. Le type en est maintenant à peu près définitivement établi, et ce n'est guère que par des détails souvent très secondaires que les divers modèles se différencient.

La fabrication des faucheuses, des moissonneuses et des moissonneuses-lieuses est à peu près exclusivement entre les mains des Américains et des Anglais ; les machines d'origine française sont, hélas ! peu nombreuses et peu en état de lutter contre les concurrentes étrangères. L'Allemagne commence à construire quelques faucheuses et moissonneuses, mais les types qu'elle a exposés ne sont guère qu'une imitation d'anciens modèles anglais ou américains. Nous n'aurons donc à signaler quelques améliorations intéressantes que dans les machines originaires de l'Amérique et de l'Angleterre ou de ses colonies.

A. — Récolte des fourrages. — *1° Faucheuses.* — Les bâtis sont toujours en fonte, et la transmission du mouvement, des roues à la scie, continue de se faire assez généralement au moyen d'engrenages cylindriques ou coniques ; néanmoins il se manifeste une tendance assez marquée à l'emploi des transmissions par chaines, surtout dans les machines américaines : une roue dentée de grand diamètre, fixée sur l'essieu porteur, actionne au moyen d'une chaine un pignon calé sur le même axe que le pignon conique commandant le plateau-manivelle. La transmission par chaine se fait tantôt à l'avant (Milwaukee, Plano), tantôt à l'arrière de la machine (Johnston). Enfin la maison Warder expose, comme en 1878, son curieux procédé de commande de la bielle : sur l'essieu est calée une roue dentée, conique, de 46 dents, qui engrène partiellement avec une autre roue de 48 dents, montée sur un joint de cardan ; cette dernière roue ne tourne pas, mais prend un mouvement oscillatoire qu'un châssis triangulaire, articulé à un petit volant oblique, transmet à une bielle très courte.

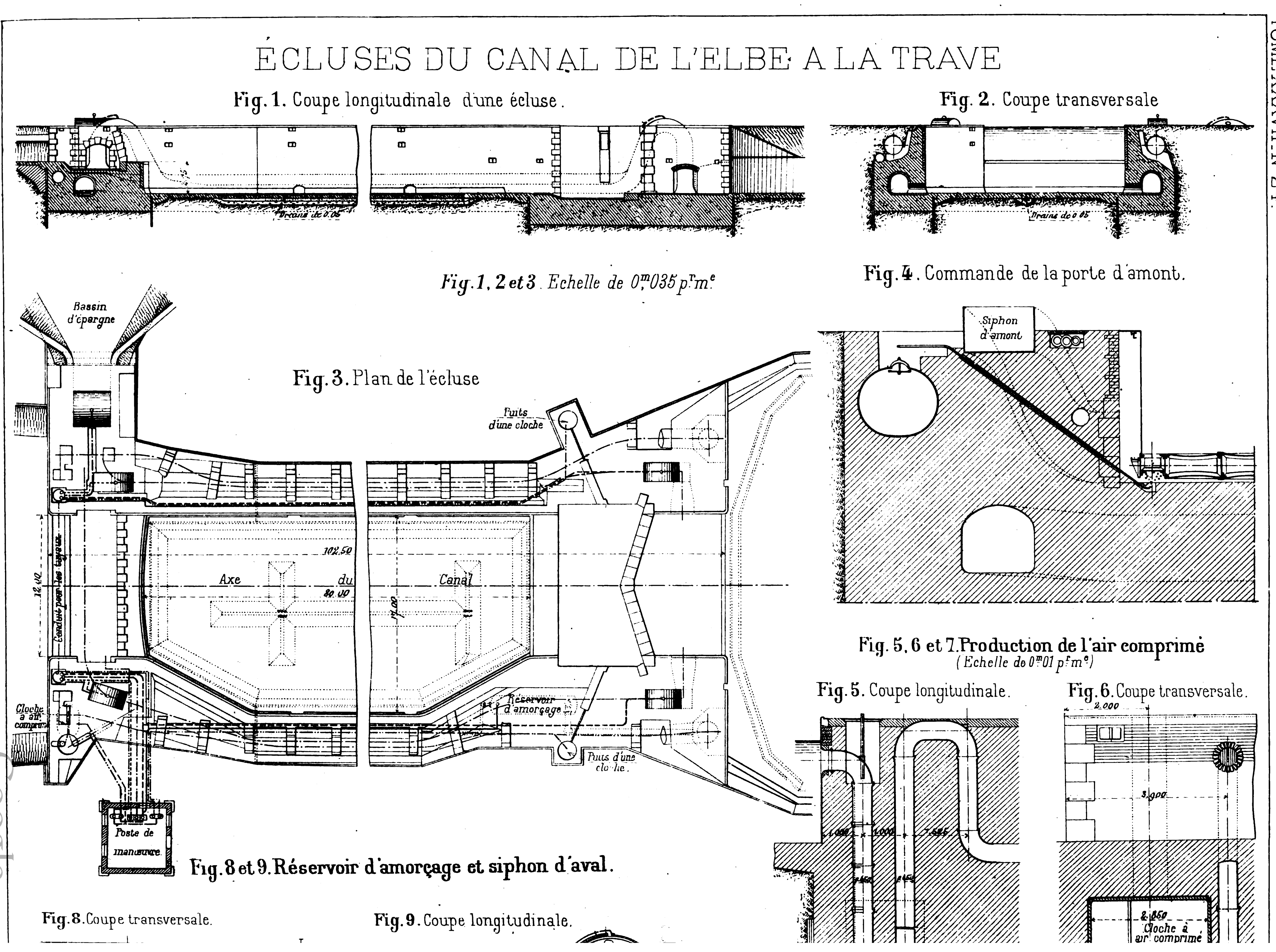
La plupart des faucheuses américaines sont pourvues, pour la totalité ou une partie des axes, de coussinets à rouleaux et à billes ; dans la section anglaise, la machine Massey-Harris en est seule munie. La bielle est tantôt en métal, tantôt en bois.

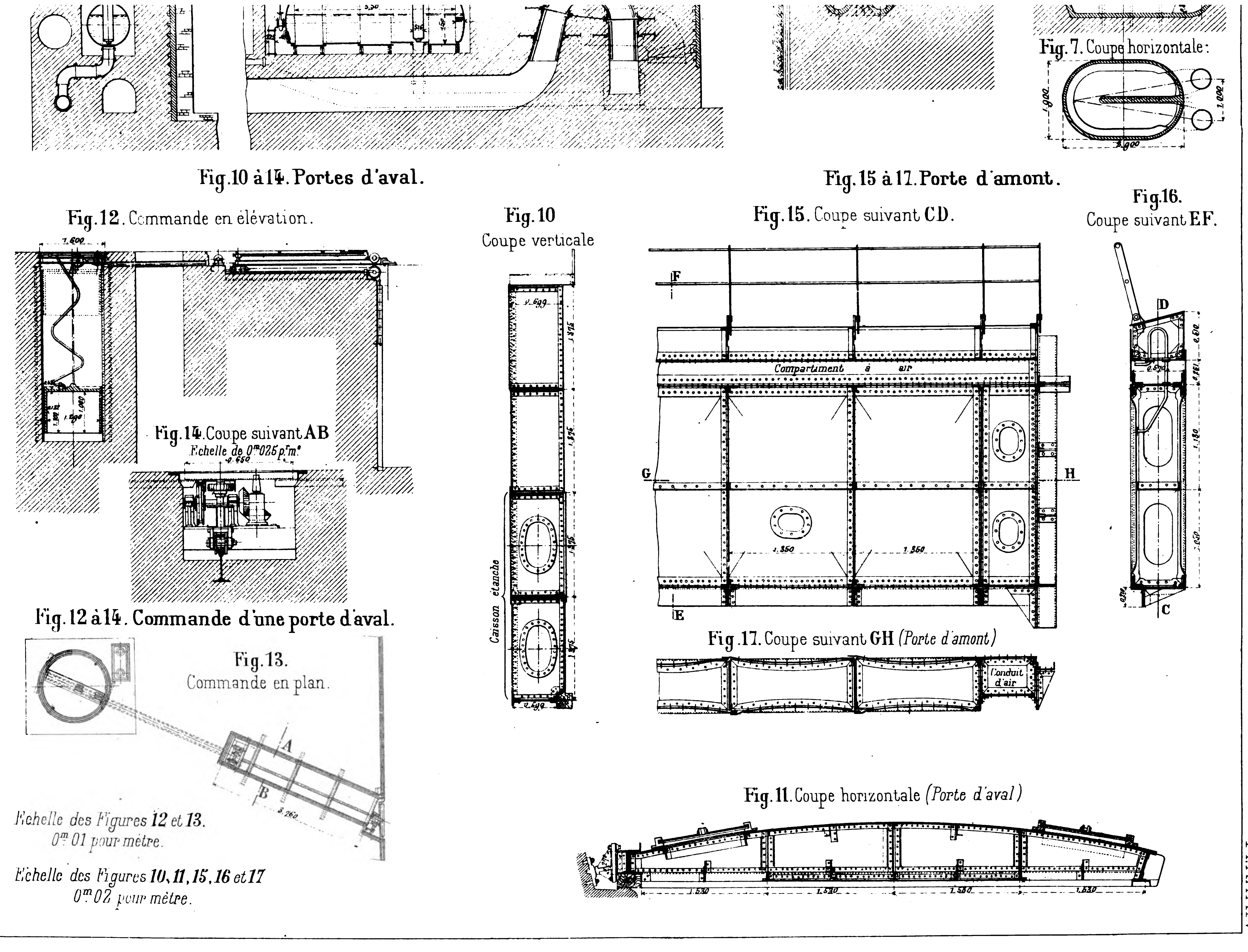
Deux modèles de *faucheuses-automobiles* ont figuré à l'Exposition et ont même fonctionné aux environs de Paris, sur l'initiative de la Société d'Agriculture de Meaux. Les organes de coupe ne diffèrent pas de ceux des faucheuses ordinaires, mais les bâtis sont à trois roues. Dans la machine Deering, le moteur est à deux cylindres horizontaux, et la transmission se fait par engrenages ; dans la Mac-Cormick, les deux cylindres sont verticaux, et la transmission a lieu par chaine.

*2° Faneuses.* — On trouve encore plusieurs échantillons des faneuses rotatives qui ont été si en faveur autrefois ; mais la plupart des instruments de cette catégorie sont à mouvements alternatifs ; comme elles secouent tout aussi bien le fourrage sans l'abimer autant que les rotatives, on peut prévoir qu'elles les auront bientôt complètement supplantées.

*3° Râteaux à cheval.* — Tous sont actuellement à relevage automatique. Dans les sections anglaise et canadienne, le relevage s'opère en rendant

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 18, p. 324 ; n° 19, p. 342 ; n° 22, p. 393 et n° 23, p. 409.


ÉCLUSES DU CANAL DE L'ELBE A LA TRAVE
Fig. 1. Coupe longitudinale d'une écluse.
Drains de 0.05
Fig. 2. Coupe transversale
Fig. 1, 2 et 3. Echelle de 0m,035 p.r m.e
Fig. 4. Commande de la porte d'amont.
Siphon d'amont
Bassin d'épargne
Fig. 3. Plan de l'écluse
Puits d'une cloche
102,50
Axe du Canal
80,00
17,00
12,00
Conduit pour les tuyaux
Cloche à air comprimé
Réservoir d'amorçage
Puits d'une cloche.
Poste de manœuvre
Fig. 5, 6 et 7. Production de l'air comprimé
(Echelle de 0m01 p.r m.e)
Fig. 5. Coupe longitudinale.
Fig. 6. Coupe transversale.
2,000
3,900
2,850
Cloche à air comprimé
Fig. 8 et 9. Réservoir d'amorçage et siphon d'aval.
Fig. 8. Coupe transversale.
Fig. 9. Coupe longitudinale.




(9028) Imp. A. Gentil. 190 F.g St Denis Paris

le bâti support des dents solidaire des roues porteuses, au moyen d'un frein à ruban, enroulé sur un tambour en métal, et que l'ouvrier serre en agissant sur une pédale. Les systèmes les plus répandus comportent, sur chaque roue porteuse, une roue à rochet dans laquelle vient se prendre un cliquet. Dans les modèles américains et anglais, le cliquet bascule sous l'influence de la pédale ; dans les râteaux français, l'ouvrier fait basculer légèrement, au moyen d'une pédale convenablement disposée, l'ensemble du bâti et des dents, ce qui suffit pour dégager d'une buttée de retenue le cliquet qui tombe par son propre poids et embraye l'appareil. Le dispositif français a l'avantage de diminuer le choc qui se produit lors de l'embrayage ; il est plus brusque, évidemment, que le système à frein, mais ce dernier est d'un fonctionnement moins sûr, un brin d'herbe humide, un peu de rosée, suffisant pour empêcher l'action du frein.

Dans la section allemande, nous citerons un modèle de râteau à cheval (Jelaffke et Seliger) qui figure pour la première fois en France. Il ne comporte plus ni roues à rochets, ni freins à rubans. Le châssis du râteau est mobile autour des fusées de l'essieu porteur et s'articule en outre avec les brancards ; le siège est placé sur le châssis, de façon que l'ouvrier conducteur n'ait qu'à se pencher légèrement en avant pour provoquer le relevage des dents et à se redresser pour leur faire reprendre leur première position. Ce système, absolument inconnu en France, est en grande faveur en Allemagne.

B. — Récolte des céréales. — *1° Moissonneuses.* — Le nombre des *moissonneuses-javeleuses* exposées est assez faible, et les efforts des constructeurs ne se sont pas beaucoup portés sur ces machines qui, après avoir joui d'une vogue méritée, cèdent de plus en plus le pas aux moissonneuses-lieuses. On ne trouve non plus qu'un nombre assez restreint de *moissonneuses combinées*, c'est-à-dire de faucheuses se transformant, par l'adjonction d'un petit tablier, en moissonneuses avec javelage à bras.

L'annexe de Vincennes renferme un exemplaire (Mac-Cormick) des formidables machines qu'emploient les Américains, les Australiens et les Algériens pour enlever rapidement les récoltes sans les lier ; on les désigne sous les noms de *Header* en Amérique, et de *Espigadora* en Algérie. L'organe de coupe a environ 5 mètres de longueur, et peut être réglé de façon à ne sectionner que les sommités des tiges, chose importante dans les pays où la paille n'a aucune valeur. Le rabatteur est identique, comme forme, à ceux des moissonneuses-lieuses, mais a des dimensions en rapport avec celles de la scie ; tiges de céréales ou épis seuls tombent sur une toile sans fin qui se déplace parallèlement à l'organe coupeur, et qui emmène par suite la récolte sur un des côtés de la machine ; là se trouve un élévateur oblique, à deux toiles roulant en sens contraire, qui déverse la récolte dans un grand chariot indépendant marchant à côté de la moissonneuse. La flèche, d'une grande longueur, est fixée à l'arrière de la machine, et son extrémité libre est soutenue par une roue porteuse ; un peu en avant de cette roue se fixe le palonnier pour quatre chevaux, et le siège pour le conducteur, qui a en outre à sa portée un volant de direction. Le header semble donc être poussé par les animaux, ce qui contribue à lui donner un aspect étrange ; les chevaux tirent cependant dans une position tout à fait normale.

*2° Moissonneuses-lieuses.* — Toutes les machines exposées rentrent dans la catégorie des *lieuses ouvertes* (open binders), c'est-à-dire à bâti ouvert à l'arrière pour permettre aux plus hautes récoltes de passer dans les transporteurs et les élévateurs. A l'heure actuelle, tous les bâtis sont en fers profilés ou en tubes ; la commande des différents organes s'effectue par des chaînes à maillons détachables, en fonte ou (Mac-Cormick) en acier découpé et embouti. Les coussinets sont pour la plupart à rouleaux.

Une seule des lieuses exposées (Adriance, Platt and C°) est dépourvue d'élévateur. L'élévateur n'exigeant, comme effort moteur, que 1 à 2 °/ₒ de l'effort total nécessaire pour actionner la machine, tout en contribuant à simplifier le mécanisme et à rendre plus faciles les opérations, on ne peut que louer les constructeurs d'en généraliser l'emploi.

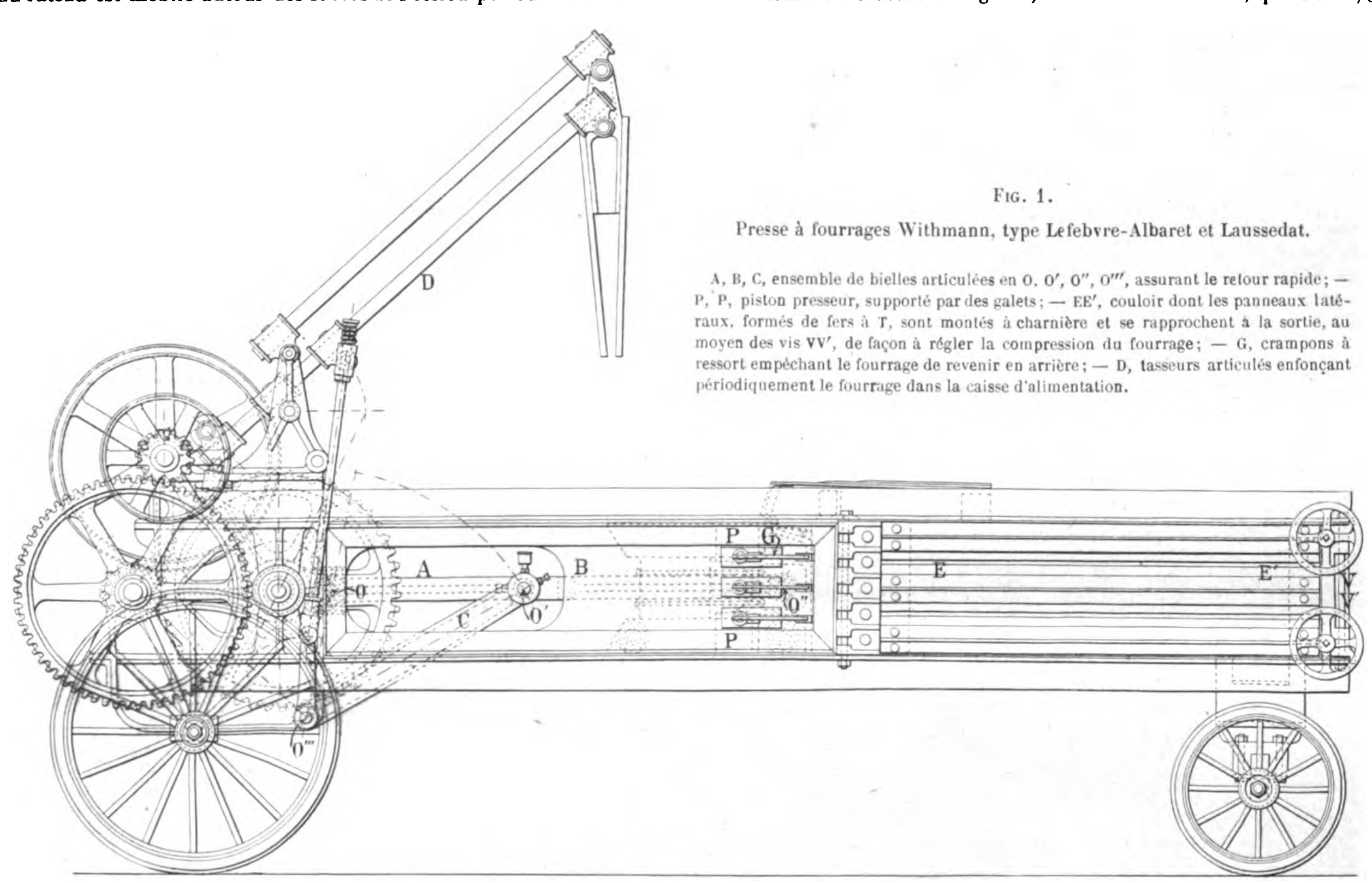



Fig. 1.

Presse à fourrages Withmann, type Lefebvre-Albaret et Laussedat.

A, B, C, ensemble de bielles articulées en O, O', O'', O''', assurant le retour rapide ; — P, P, piston presseur, supporté par des galets ; — EE', couloir dont les panneaux latéraux, formés de fers à T, sont montés à charnière et se rapprochent à la sortie, au moyen des vis VV', de façon à régler la compression du fourrage ; — G, crampons à ressort empêchant le fourrage de revenir en arrière ; — D, tasseurs articulés enfonçant périodiquement le fourrage dans la caisse d'alimentation.

Pour faciliter le passage de la récolte, de l'élévateur à la table de liage, plusieurs constructeurs ont muni leurs lieuses d'un rouleau supplémentaire placé au niveau ou un peu au-dessous du rouleau de la toile inférieure (Plano, Wood, Deering, Mac-Cormick, Harrison, Mac-Gregor, Massey-Harris, Hornsby, Samuelson) ou situé, au contraire, au-dessus de ce dernier (Johnston, Osborne) ; d'autres ont dévié transversalement, au moyen d'un rouleau supplémentaire, la toile supérieure de l'élévateur, de façon à la faire déborder au-dessus de la table (Warder) ; une machine, enfin, (Milwaukee) est munie d'une quatrième toile complète, montée sur deux rouleaux, et uniquement destinée à assurer le dégagement de l'élévateur.

Les appareils lieurs n'ont pas subi de modifications notables. Les machines Adriance sont munies du noueur *Severance*, les Wood du noueur *Wood* : toutes les autres, Aultman, Deering, Johnston, Mac-Cormick, Milwaukee, Osborne, Plano, Warder, Harrison, Massey, Hornsby, Samuelson, etc., ont le noueur *Appleby*, plus ou moins modifié dans ses parties non essentielles. Pour atténuer le choc que produisent les embrayages successifs de l'appareil lieur, on a cherché à imprimer à ce dernier un mouvement varié, en modifiant la vitesse autant que possible en raison inverse des résistances qu'éprouve l'organe ; à cet effet, au lieu de commander directement l'appareil lieur par la chaîne générale, un constructeur l'actionne par une roue excentrique (Warder), un autre (machine Plano) par des leviers combinés avec un volant régulateur. Il convient d'attendre les résultats de l'expérience pour se faire une opinion sur la valeur pratique de ces systèmes.

Signalons enfin les *lieuses à maïs*, qui ne diffèrent des lieuses ordinaires que par la faible longueur de l'organe de coupe, et par l'appareil transporteur, qui maintient les tiges verticales ; le noueur se trouve nécessairement dévié, pour opérer le liage dans cette position.

Le Gouvernement des États-Unis, en collaboration avec la Deering Harvester Cᵒ, a exposé dans le Palais des Machines une admirable collection rétrospective de tous les types de faucheuses, moissonneuses et lieuses pour céréales et pour maïs, qui ont existé depuis le chariot à moissonner des Gaulois jusqu'à la lieuse moderne la plus compliquée. Tous ces modèles en réduction, d'une fidélité parfaite, fonctionnent à la volonté du public, et rien n'est plus intéressant que de suivre, en les voyant marcher, les transformations qu'ont subies ces machines avant d'arriver aux types actuellement adoptés.

C. — Récolte des racines et des tubercules. — Les types courants d'arracheuses de betteraves à socs, à fourches, à disques, se retrouvent dans les sections françaises et étrangères; ils n'ont subi que des améliorations de détail. On peut faire la même constatation au sujet des arracheuses de pommes de terre; et même, plusieurs modèles intéressants de ces dernières machines, qui figuraient au Concours agricole de 1899, n'ont pas été réexposés cette année.

La section hongroise montre, par contre, une machine nouvelle, *décolleteuse de betteraves* (Zehetmayer). L'enlèvement du *collet*, pauvre en sucre, s'opère ordinairement à la main, en pratiquant la section perpendiculairement à l'axe de la racine. La machine hongroise se compose d'une calotte sphérique, munie intérieurement de couteaux à tranchant courbe; on peut la faire tourner avec une grande vitesse au moyen d'une manivelle, ce qui permet d'enlever des couches à peu près parallèles à la surface du collet. La diminution du poids de récolte résultant du décolletage, qui est d'environ 20 % avec l'ancien procédé, serait, paraît-il, ramenée à 5 ou 10 % par l'emploi de la décolleteuse.

5° Machines préparant les récoltes en vue de la consommation ou de la vente. — *a) Presses à fourrages.* — L'Exposition renferme, dans les diverses sections, plusieurs presses à fourrages, destinées à être mues par un manège ou par des moteurs mécaniques. Dans le premier cas, le piston-presseur est actionné par une longue bielle mise en mouvement elle-même, pendant la période de compression, par un excentrique; il est ramené à vide par un long ressort à boudin. Les presses à moteur, dont la figure 1 représente un type français (Lefebvre-Albaret et Laussedat), sont *à retour rapide*, l'articulation des deux bielles motrices étant reliée à un support oscillant qui fait opérer le retour à vide du piston pendant le dernier quart de la période totale.

*b) Machines à battre.* — La section portugaise expose un spécimen des machines employées pour séparer le grain de la paille dans les pays de culture peu avancée; c'est un *trilho*, qui offre quelque analogie avec les *dépiqueuses*. Il se compose (fig. 2) de trois cylindres à

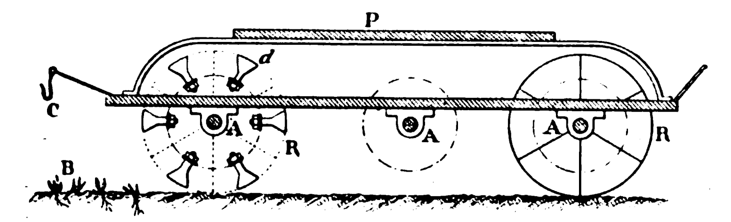



Fig. 2 (schématique). — Trilho portugais.

A, A, A, cylindres à claire-voie munis des lames *d* diversement inclinées; — R, R, roues porteuses; — P, planche sur laquelle s'installe le conducteur; — C, crochet d'attelage — B, couche de céréales à dépiquer.

claire-voie garnis de palettes radiales, inclinées différemment sur les génératrices, de façon à briser le plus possible la paille. Le bâti est pourvu de quatre roues et d'un plancher sur lequel s'installe le conducteur.

Les machines à battre sont très nombreuses dans la classe 35. Bien qu'elles diffèrent beaucoup d'aspect suivant les pays qui les exposent, toutes ces machines sont construites d'après les mêmes principes, et leurs caractères distinctifs résident seulement dans des détails peu importants, tels que la forme et la position de la table sur laquelle se tient l'ouvrier.

On trouve représentés les trois genres courants de batteuses : à céréales en long, à céréales en travers, à petites graines (trèfle, luzerne). Les grands modèles sont actionnés par des locomobiles séparées, les modèles plus petits sont souvent commandés par un moteur à pétrole enfermé, à l'une des extrémités de la batteuse, dans un compartiment séparé. Pour la stabilité de la machine, il est indispensable que ce moteur soit vertical, et situé exactement au-dessus de l'essieu porteur; cette condition est réalisée dans le plus grand nombre des modèles; on trouve cependant, dans la section française une machine munie d'un moteur horizontal.

En général, les bons constructeurs français et étrangers ont fait porter les améliorations sur les dispositifs destinés à faciliter le passage du grain et de la paille, à assurer la reprise des grains vêtus (Merlin) et la séparation des poussières, et à rendre les pièces du mécanisme aussi facilement accessibles que possible. Dans la batteuse Lanz (Allemagne), le batteur est monté sur des coussinets à portées, avec bagues de graissage, assurant un centrage et une lubrification parfaits.

Comme organes complémentaires des batteuses, citons : les *cribles extensibles*, qui s'adaptent en fin de deuxième nettoyage, et qui sont formés de lattes sur lesquelles s'enroule une longue hélice de fil de fer dont on peut modifier le pas dans certaines portions; suivant l'écartement des spires, on peut séparer les grains par catégories de grosseurs; — les *botteleuses de paille*, formées de un, deux ou trois appareils lieurs de moissonneuses-lieuses, s'adaptant à la batteuse, au-dessus de la table inclinée à claire-voie où tombe la paille en quittant les secoueurs; — enfin les *élévateurs de paille*, longs couloirs, pourvus de toiles ou de chaînes sans fin, emportant la paille débitée par les secoueurs, et permettant de l'édifier en meules aussitôt après le battage.

Pour les pays secs et chauds, où la paille est tellement dure que les animaux ne peuvent la consommer telle quelle, certaines maisons françaises et anglaises ajoutent à leurs batteuses des *broyeurs de paille*, à un ou deux cylindres armés de couteaux et de dents, qui découpent et froissent les tiges des céréales.

Signalons, en dernier lieu, au sujet des batteuses, les appareils préventifs d'accidents. Ils ont tous pour but d'éloigner suffisamment les ouvriers engreneurs du batteur de la machine pour qu'il leur soit impossible d'être saisis par cet organe qui, tournant avec une grande vitesse, occasionne fréquemment des blessures par arrachement extrêmement graves. Les uns, consistent en trémies situées au-dessus du batteur et dans lesquelles l'ouvrier n'a qu'à jeter les gerbes déliées; une planche-volet articulée se rabat automatiquement et masque le batteur si l'ouvrier vient à tomber sur la trémie. Les autres sont plus exactement des *mécanismes engreneurs*.

Les figures 3 et 4 indiquent schématiquement le principe de

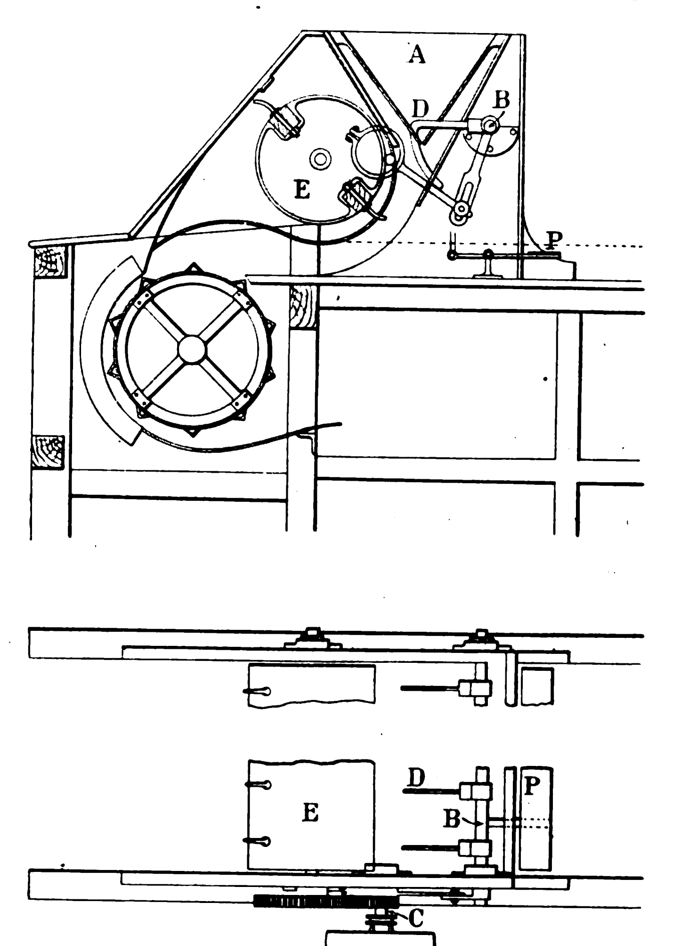



Fig. 3 et 4. — Schéma de l'engreneuse de MM. Lefebvre-Albaret et Laussedat.

l'engreneuse de MM. Lefebvre-Albaret et Laussedat, à laquelle ressemble un peu celle d'une machine anglaise (Marshall and Sons). Un cylindre E, muni de deux séries de longues dents, tourne lentement dans une trémie A qui reçoit les gerbes déliées et conduit les céréales au batteur; un agitateur alternatif BD régularise l'alimentation; sur le devant de la trémie se trouve une planchette

bascule C qui commande la poulie à friction et permet de débrayer l'engreneuse.

Mentionnons également les *batteuses à maïs* à bras (Kühne, Hongrie) ou à grand travail (Mac-Cormick, Amérique), et la batteuse à sorgho (Kühne), machines intéressantes, mais dont l'application ne peut être que très restreinte en France.

L'exposition des machines agricoles comprend, en outre, un très grand nombre de cribleurs, de tarares, de concasseurs, de moulins agricoles à bras ou à moteurs, de hache-paille, dont quelques-uns munis d'appareils de sécurité ou d'élévateurs d'aliments, de broyeurs, de laveurs de tubercules ou racines, de coupe-racines, etc. Toutes ces machines sont trop connues et trop peu modifiées pour qu'il y ait lieu d'en rendre compte spécialement.

G. Coupan,
*Ingénieur-Agronome,*
*Répétiteur-Préparateur à l'Institut Agronomique.*

*(A suivre.)*

## PARTICIPATION DES PUISSANCES ÉTRANGÈRES

### AUTRICHE

**Pavillon de la rue des Nations.** — Une élégante construction (fig. 1), d'un style simple qui semble rappeler les monuments construits sous Louis XIV, et simulant un rendez-vous de chasse, a été édifiée par l'Autriche sur le quai d'Orsay, entre les pavillons des États-Unis et de la Bosnie-Herzégovine. M. Baumann, l'architecte viennois à qui est dû ce pavillon, s'est inspiré du style *baroco* qui jouissait d'une grande faveur sous le règne de Marie-Thérèse. Les motifs architectoniques qui le décorent sont empruntés au manège d'hiver, un des bâtiments de la Hofburg à Vienne. Les sculptures et les divers ouvrages en fer forgé qui ornent cet édifice ont été exécutés par des industriels autrichiens.

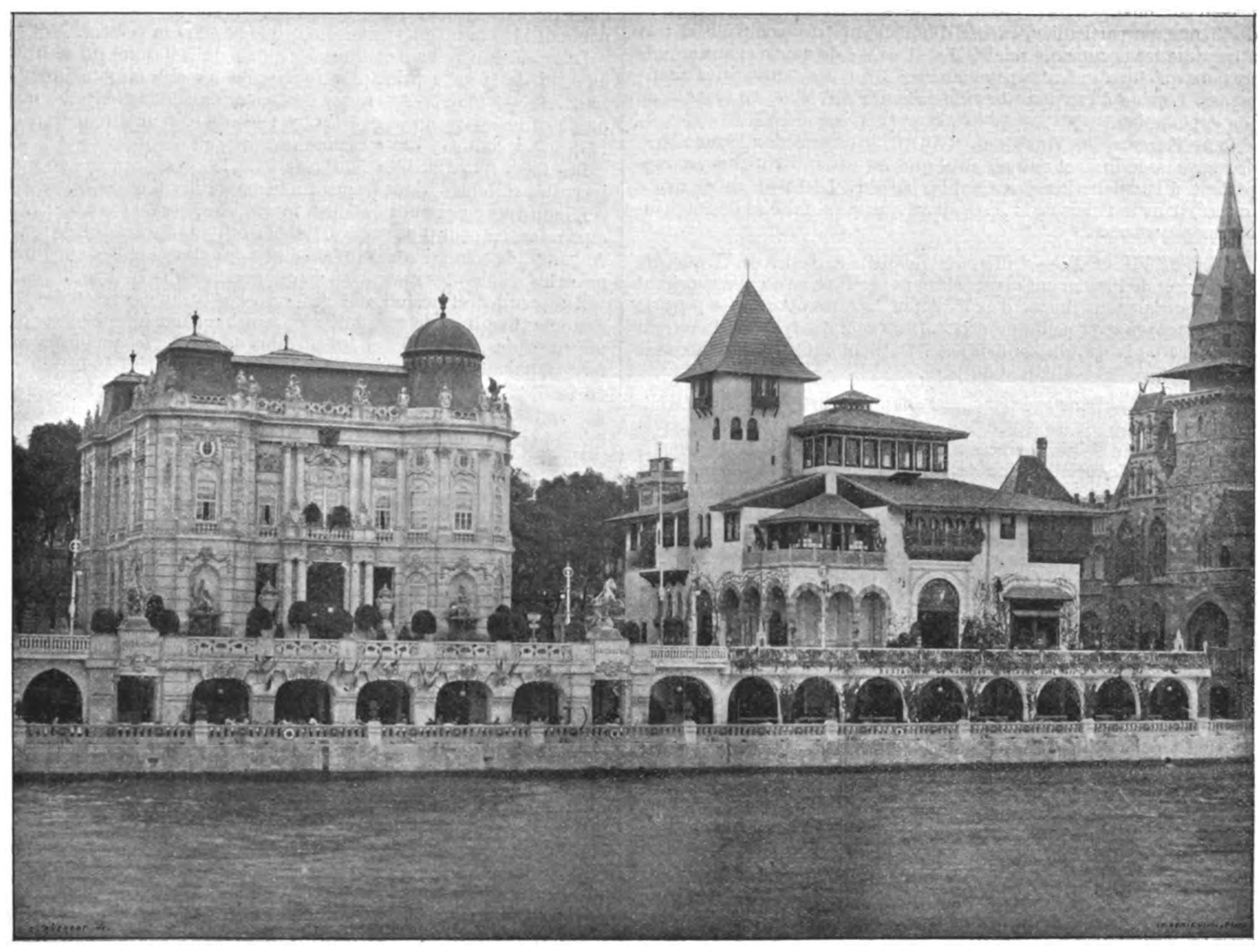
La façade donnant sur la Seine est ornée d'un portique supportant un balcon sur lequel on accède par une grande baie artistement décorée. Aux angles se trouvent de petits dômes dorés présentant un aspect des plus pittoresques.

Au rez-de-chaussée, on pénètre par une porte monumentale dans un vaste vestibule sur lequel ouvrent trois pièces où l'on a organisé l'exposition spéciale à la ville de Vienne ; un salon de réception destiné aux membres de la famille impériale, attire l'attention par la richesse de son mobilier et de son ornementation. Dans une des salles de ce rez-de-chaussée se trouve une exposition faite par la presse viennoise et dans une autre on remarque des tableaux représentant des fêtes et cérémonies locales.

On se rend à l'étage par un escalier en fer à cheval supporté par de puissantes cariatides, et on entre dans trois galeries ouvertes où se trouvent exposés des tableaux des grands peintres autrichiens. Dans une autre salle, une exposition spéciale de la Dalmatie représente ce pays généralement peu connu, sous les aspects les plus pittoresques ; on y voit des spécimens d'orfèvrerie, des costumes nationaux richement brodés, des armes et autres produits des industries locales.

Enfin, ce palais contient les bustes d'hommes célèbres de l'Autriche et la statue équestre de l'empereur Rodolphe de Habsbourg, qui se trouve dans la galerie du rez-de-chaussée.

Chalet tyrolien. — Au Champ-de-Mars, près de la Tour Eiffel, l'Autriche a également fait bâtir un pavillon tyrolien, d'après les plans du conseiller Deininger. Cette construction, qui rappelle les petits châteaux du Tyrol, est flanquée de quatre petites tourelles, et on y pénètre par un perron sur lequel se trouve un petit portique s'élevant jusqu'à l'étage.



Autriche. Bosnie-Herzégovine. Hongrie.

Fig. 1. — Vue générale des pavillons de l'Autriche, de la Bosnie-Herzégovine et de la Hongrie.

Au rez-de-chaussée, on y déguste les produits nationaux du Tyrol ; à l'étage, le Ministère de l'Instruction publique a exposé des reproductions de la chambre des princes du château de Veltlourns (style Renaissance) et d'une salle du château de Ruffenstein (style gothique) ; quelques produits des industries locales, bois découpés, peintures sur verres, complètent cette exposition tyrolienne.

**Expositions dans les différents groupes.** — Groupes I et III. — L'Autriche a exposé dans le Palais du Champ-de-Mars des collections des

industries polygraphiques, des photographies, des instruments scientifiques et de musique; elle nous montre ses méthodes d'enseignement, l'organisation de ses écoles diverses où l'instruction professionnelle et technique est largement répandue.

GROUPES IV et V. — L'industrie autrichienne est représentée par deux groupes électrogènes importants dans la salle des machines de l'avenue de Suffren. Ce sont: d'une part, le groupe constitué par la machine à vapeur de 1 600 chevaux, provenant de la maison Ringhoffer de Prague, et la dynamo de la maison Siemens et Halske, de Vienne; d'autre part, le groupe constitué par la machine à vapeur de 1 200 chevaux de la Société pour la fabrication des machines de Brünn et la dynamo Ganz et Cie.

De nombreuses machines de tous genres, des locomobiles, des machines-outils, etc., figurent dans les diverses classes de la section autrichienne, notamment une très intéressante machine compound Corliss exposée par la Prager Maschinenbau-Actien-Gesellschaft et qui a été récemment décrite dans le *Génie Civil* (1).

GROUPE VI. — L'Autriche occupe un vaste emplacement dans les galeries du Palais du *Génie civil et des Moyens de transport*. Elle présente une très intéressante exposition rétrospective des chemins de fer, organisée par le Ministère royal, et de nombreux documents sur les travaux concernant la régularisation du cours du Danube, travaux exécutés par la Hongrie d'après un accord intervenu entre les deux royaumes.

De nombreuses photographies et dessins permettent d'apprécier les principaux ouvrages d'art récemment exécutés en Autriche. La ville de Vienne, en particulier, expose d'une façon très complète et très attrayante les documents relatifs à ses travaux de voirie et aux grands travaux qu'elle a exécutés pour amener l'eau des sources des montagnes. L'usine à gaz de cette ville présente un plan d'ensemble de son exploitation.

Dans l'annexe de Vincennes, l'Autriche expose des locomotives, des wagons de luxe et autres, ainsi que les appareils divers se rapportant à l'exploitation des chemins de fer. Le Lloyd autrichien a exposé, dans le Palais de la Navigation, quelques modèles de ses principaux paquebots.

GROUPES VII et X. — Différents Comités agricoles de Vienne, de Lemberg et de Prague ont organisé une exposition collective montrant les systèmes et méthodes d'exploitation usités en Autriche pour la grande, moyenne et petite propriété. Des exemples typiques montrent la culture de l'orge, du houblon, etc. De nombreux produits exposés font connaître les ressources du pays.

GROUPE IX. — Dans le Palais des *Forêts*, des cartes et plans, établis avec le plus grand soin, indiquent les exploitations des diverses essences de bois et les provinces d'où elles proviennent. Cette exposition, faite par l'administration des forêts, comporte de très nombreux documents relatifs à cette industrie; on y remarque des modèles de scieries installées en pleine forêt, réunissant tous les aménagements nécessaires pour l'exploitation économique, des cartes indiquant les cours d'eau servant à transporter les bois, etc.

Diverses essences de bois, des troncs, planches sciées, etc., permettent de constater la variété des produits. Les ustensiles de pêche et de chasse sont également représentés par des engins nombreux et variés.

GROUPE XI. — Les *mines* et la *métallurgie* sont représentées à l'exposition autrichienne par des échantillons de houille, de charbon et de minerais divers. Les exposants ont hésité longtemps à prendre part à cette exposition, ne voyant aucune prépondérance à y chercher pour le pays. Cependant, quoique on se soit ravisé tardivement, toutes les branches relatives à ces industries se trouvent représentées au Champ-de-Mars où l'on remarque surtout l'outillage des salines de Galicie, des modèles d'outillage pour l'exploitation des puits de mines et des mines, etc.

Dans la classe 64 figurent divers outils en acier fondu au creuset, et l'attention est surtout attirée sur un étambot en acier au creuset, construit à Pilsen, et destiné à un navire allemand.

GROUPE XIII. — Dans l'exposition des *fils*, *tissus* et *vêtements*, l'Autriche est représentée par des expositions collectives des industries de la soie, de la laine et du coton. Ces industries tiennent, en effet, une des premières places parmi celles de ce pays; elles donnent lieu à un grand commerce pour la Moravie, la Silésie et la Bohême. Citons aussi diverses machines perfectionnées pour l'industrie textile : machines à carder, à plier, métiers mécaniques, etc.

GROUPE XIV. — L'*industrie chimique* occupe une place importante en Autriche, aussi un emplacement relativement considérable lui a-t-il été réservé dans le Palais des Industries chimiques. Cet emplacement est constitué par une grande salle divisée en trois parties et comprenant la grande *industrie chimique*, l'exposition collective de l'*industrie du papier* et l'*industrie des cuirs*.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 11, p. 181.

GROUPE XVIII. — Dans le Palais des *Armées de terre et de mer*, on remarque un canon à tir rapide et des mitrailleuses des fabriques de Pilsen, du matériel divers pour l'armée et la marine, et une remarquable collection d'armes du chevalier Mannlicher, l'inventeur du fusil qui porte son nom.

## BOSNIE-HERZÉGOVINE

Parmi les expositions de toutes les nations qui ont répondu à l'appel de la France, celle de la Bosnie-Herzégovine est une des plus suggestives et des plus originales; elle représente une sorte de lutte entre les vieilles coutumes du passé et la civilisation européenne qui, malgré son degré d'avancement, ne pénètre que très difficilement dans ce mystérieux Orient, où la religion de Mahomet a implanté des croyances et des mœurs que la tradition conserve.

Avec ses couleurs variées où domine le blanc, le Pavillon de la Bosnie (fig. 1) rappelle en même temps le château-fort et la maison d'habitation; à côté de balcons d'un merveilleux travail et d'une grande terrasse toute fleurie, c'est la haute tour d'un donjon bosniaque rappelant la petite forteresse, invoquant les guerres du passé, et dépeignant bien la vie si tourmentée des habitants de ces provinces balkaniques, jusqu'au moment du Protectorat de l'Autriche.

En pénétrant dans ce pavillon, on trouve à droite un harem richement orné, et vis-à-vis se trouve un salon meublé à l'européenne représentant un intérieur moderne bosniaque; plus loin, différents tableaux de M. Mucha, dont l'un représente la construction de la mosquée de Sarajevo, et l'autre le commencement du christianisme, donnent bien la note transitoire entre le passé et le présent.

Le grand panorama de Sarajevo (capitale de la Bosnie) qui se trouve au fond de la salle principale représente un site oriental avec ses minarets, ses tours, ses terrasses découpées en silhouette, et les nombreux et variés costumes que l'on y remarque, démontrent bien que la Bosnie a conservé son caractère musulman.

Des tapis remarquables fabriqués dans le pays, des vases en métal incrustés et damasquinés forment une exposition très variée.

L'industrie du produit national, le pruneau, est représentée par des espèces on ne peut plus variées. Des échantillons de céréales, de peaux, de laines, de soies, d'astrakan, ainsi que des alcools et des vins, montrent les différentes ressources de ces provinces balkaniques.

Au premier étage, on voit des cartes géographiques et des diagrammes montrant le grand développement qu'ont pris, dans ces dernières années, les routes et les chemins de fer. La longueur des voies ferrées, qui atteignait à peine 200 kilom. en 1879, s'élevait à 680 kilom. en 1895, et 150 kilom. sont actuellement en construction. La longueur des routes de 1re classe (chemins de 5 mètres de largeur) qui n'était que de 170 kilom. en 1882, dépasse maintenant 1 000 kilomètres.

Une intéressante carte hydrographique indique les emplacements des stations hydrométriques, ombrométriques, etc., très repandues dans ce pays. Enfin, un grand plan de la ville de Sarajevo montre le rapide accroissement de cette ville, signe manifeste de la prospérité du pays.

## HONGRIE

**Pavillon de la rue des Nations.** — Le Pavillon hongrois (fig. 1 et 2) qui se trouve entre ceux de la Bosnie et de la Grande-Bretagne, a été construit d'après les plans de MM. Zaltant Balent et Louis Jambon, architectes à Budapest. Ce monument reproduit différents styles d'architecture prenant date, de l'époque romane à la Renaissance. L'une des ailes est gothique, l'autre romane; elles sont reliées à gauche par une aile Renaissance et à droite par une autre aile du style, dit baroco. La tour qui se trouve du côté de la Seine, rappelle celle de la citadelle de Komorn, et la façade, Renaissance, représente des motifs imités de différents monuments hongrois.

En pénétrant dans ce pavillon, on se trouve dans une cour autour de laquelle on remarque des statues de saints dans de nombreuses niches; la galerie d'un aspect sévère avec ses arcades sombres et mystérieuses, donne le sentiment des austérités et du religieux silence des couvents cloîtrés.

Le vestibule en style roman est décoré de fresques du XIVe siècle et est en partie consacré à la sculpture hongroise; on y voit des reproductions de moulages en plâtre, des monuments funéraires et des sculptures religieuses. L'une des pièces du rez-de-chaussée, dite « pièce des chevaliers », contient une exposition d'armes remarquables, d'objets d'équipement, et des collections de monnaies hongroises; les autres salles contiennent des objets religieux très précieux, la reproduction du sarcophage de saint Siméon, un reliquaire byzantin à émail cloisonné; citons aussi une chapelle dont l'autel, du XVe siècle, est en bois sculpté.

Un escalier gothique décoré de fresques conduit dans la salle dite des Hussards, salle dont le plafond est des plus richement ornés; une exposition très variée rappelle les hauts faits de ces régiments dans les différents pays, montre leurs armures, et dépeint leur organisation et leur histoire.

**Expositions dans les différents groupes.** — La Hongrie est représentée dans tous les groupes formant la classification générale de l'Exposition. Dans les Groupes I et III elle nous montre ses méthodes d'enseignement, le développement acquis par les écoles professionnelles, industrielles et commerciales; un ouvrage exposé par le Ministère royal hongrois, fournit des détails sur le passé et sur l'état actuel de l'instruction publique.

Groupes IV et V. — Malgré l'essor tardif de l'industrie en Hongrie, ce pays possède maintenant des établissements considérables propres à la fabrication des machines employées dans toutes les industries. Il expose des machines à vapeur, des machines motrices diverses, des machines-outils. Citons dans la section hongroise, une pompe verticale à triple expansion et à cylindres compensateurs, d'une force de 300 chevaux; sept de ces pompes sont installées à Budapest pour le service des eaux.

Dans la partie concernant l'électricité, on remarque des cartes et statistiques pour les réseaux télégraphiques et téléphoniques, et les résultats obtenus au point de vue de la traction électrique; dans les applications diverses de l'électricité, des machines à fileter, des électro-dynamomètres et des machines à courant alternatif.

Groupe VI. — L'exposition de la Hongrie dans le Palais du *Génie civil et des Moyens de transport*, est assez importante. Comme matériaux,

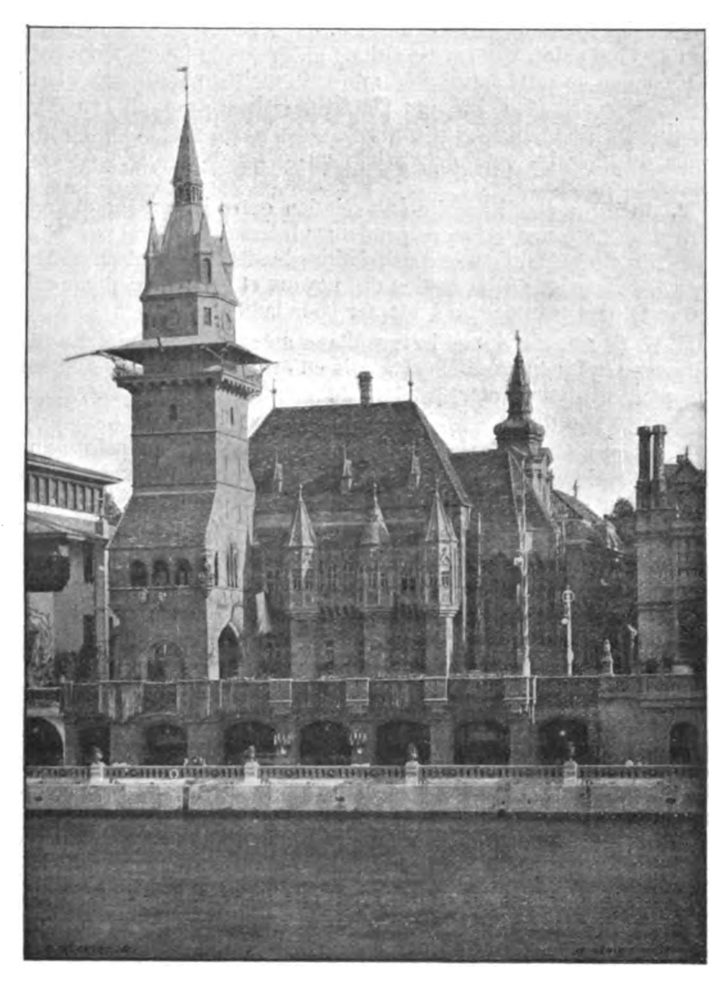


Fig. 2. — Pavillon de la Hongrie, rue des Nations.

elle présente des ciments, des spécimens de pierres et marbres factices et des dalles en mosaïque de marbre.

De nombreux dessins de travaux maritimes et fluviaux, des plans d'usines élévatoires et modèles en bois pour l'exploitation des canaux attirent l'attention. On remarque surtout les nombreux documents concernant les grands travaux exécutés pour la régularisation du cours du Danube et son approfondissement aux Portes de fer; des modèles des divers bateaux employés pour les dérochements; des cartes en relief montrant des procédés d'endiguement pour l'utilisation des eaux et d'autres nombreux dessins dépeignent des travaux hydrauliques exécutés en Hongrie.

Mentionnons encore les documents divers pour le déplacement de l'embouchure de Tisza Foldvàr à O'-Becse, le tableau de l'écluse à porte roulante dans la même localité, le diorama et dessins du port de Fiume qui, après l'exécution des travaux entrepris en 1872, recevait 3 millions de tonnes de marchandises au lieu de 325 000 tonnes qu'il recevait à cette époque.

Le matériel des chemins de fer est représenté par des modèles de locomotives électriques et à vapeur, des locomotives chasse-neige, une machine compound et des graphiques variés indiquant les résultats progressifs obtenus par les chemins de fer.

A Vincennes, l'exposition hongroise comprend notamment un wagon de troisième classe à soixante places, un wagon de première classe à quatre essieux, comportant tout le confort désirable, et une locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer de l'État hongrois, qui a été décrite dans le dernier numéro du *Génie Civil*.

Groupes VII et X. — L'*agriculture* a pris une très grande importance en Hongrie depuis le milieu du siècle dernier; parmi les écoles agronomiques, citons celle due à la libéralité du comte Festetics et qui réunit toutes les diverses branches de l'industrie agricole comme instruction technique et professionnelle. Des instruments aratoires des plus variés, des machines diverses et un outillage perfectionné montrent les procédés de culture employés dans ce pays.

La viticulture constitue aussi un des revenus du pays, ses vins sont très appréciés, notamment le Tokaï connu du monde entier.

Groupe IX. — L'exposition hongroise des *forêts, chasses et pêche* est des plus réussies et des plus pittoresques. Des plans en relief représentant des coins de forêts très artistement aménagés, montrent des animaux qui vivent dans ces climats, des installations de scieries avec machines, personnel et produits de l'exploitation. On remarque aussi des cartes indiquant le mode de procéder pour les exploitations forestières, des statistiques et documents montrant l'importance des forêts de la Croatie-Slavonie qui représentent une valeur foncière de 270 millions de couronnes pour le domaine de l'État et de 700 millions de couronnes pour le domaine privé.

Groupe XI. — L'industrie des *mines* et de la *métallurgie* joue depuis longtemps un rôle considérable dans la vie économique de la Hongrie. La région aurifère de Transylvanie comporte à elle seule une superficie de 12 000 kil. carrés et est exploitée par 130 Compagnies; des échantillons nombreux sont exposés au Palais des Mines, montrant les différents métaux recueillis en Hongrie.

Les productions des différents gisements d'or, d'argent et de cuivre sont considérables.

L'industrie des charbonnages prend aussi chaque jour de l'extension, de 334$^{t}$ 410 extraites en 1867, la production s'est élevée, en 1898, à 4 160 000 tonnes. Les salines ont aussi leur importance et donnent à l'État un revenu de 27 millions de couronnes.

Les minerais de fer sont également exploités en grand; ils sont traités dans de hauts fourneaux perfectionnés et la production depuis 1867 a augmenté de 221 %.

L'exposition très variée d'échantillons et de documents divers, ainsi que les modèles de machines en usage, indiquent avec détails les moyens d'exploitation employés dans le pays.

Groupe XII. — Dans la *céramique*, la Hongrie expose des porcelaines et faïences spéciales dues à la fabrique de Pecs. Les pièces d'orfèvrerie exposées par ce pays sont remarquables.

Groupe XIV. — Les *industries chimiques* de la Hongrie sont représentées surtout dans la sections des cuirs apprêtés. On remarque aussi de nombreux échantillons de tabac, dont la culture est assez répandue dans ce pays; le revenu de l'État pour cette régie a dépassé, en 1898, 27 millions de couronnes.

Poitevin de Veyrière,
*Ingénieur civil.*

---

## CONGRÈS

### CONGRÈS D'ÉLECTRICITÉ

Un Congrès international d'Électricité s'est tenu à Paris, du 18 au 25 août, sous la présidence de M. Mascart, membre de l'Institut.

Après une séance d'ouverture, présidée par M. Mougeot, sous-secrétaire d'État des Postes et Télégraphes, et dans laquelle M. Mascart a prononcé un intéressant discours sur les *Progrès de l'Électricité*, le Congrès s'est partagé en cinq sections, dont nous allons analyser rapidement les travaux.

**Première Section : Méthodes scientifiques et appareils de mesure.** — Président : M. Violle. — Le Congrès était saisi de différentes propositions tendant, les unes à compléter les décisions des Congrès antérieurs, les autres à réformer la base même du système d'unités.

M. Kennelly, au nom de l'American Institute of Electrical Engineers, proposait : de donner des noms aux unités absolues des systèmes électromagnétique et électrostatique; de désigner par des préfixes convenables les multiples décimaux et les sous-multiples de ces unités, de rationaliser le système actuel en faisant l'unité absolue de magnétisme égale à la ligne magnétique actuelle, et la différence absolue de potentiel magnétique égale à l'unité absolue actuelle de courant-tour. M. Rey-Pailhade proposait l'adoption d'un système d'unités basé sur une unité physique de temps égale à la cent-millième partie du

jour solaire moyen. MM. Blondel et Hospitalier présentaient des projets rentrant, au moins pour partie, dans les vues de l'American Institute of Electrical Engineers.

La Commission constituée sous la présidence de M. Hospitalier, pour l'examen de ces diverses propositions, a conclu au rejet de toutes celles qui étaient de nature à apporter des modifications aux décisions des Congrès antérieurs. En raison de l'emploi d'appareils pratiques de mesure donnant directement les intensités de champ en unités C.G.S., elle a recommandé l'attribution du nom de *Gauss* à cette unité C.G.S.; elle a proposé celui de *Maxwell* pour l'unité de flux magnétique dont la grandeur devra être définie ultérieurement.

Ces nouvelles dénominations ont été acceptées.

M. Arnoux a ensuite fait ressortir les avantages, au point de vue pratique, d'un bon étalon de force électromotrice pour les mesures électriques, et signalé divers défauts assez graves de l'élément Latimer Clark, dont l'adoption comme étalon fut proposée par le Congrès de Chicago en 1893. Il a appelé l'attention du Congrès sur l'élément au cadmium, déjà signalé par M. Czapski, en 1884, puis par MM. Jaeger et Wachsmuth.

M. Janet a donné quelques renseignements sur un appareil enregistreur spécialement destiné à l'étude du fonctionnement de trois lampes à arc montées en série. Cet appareil comporte trois voltmètres et un ampèremètre enregistreurs inscrivant leurs courbes sur le même tambour, de sorte que la comparaison en est très facile.

M. Addenbroke a exposé une méthode générale de mesure des courants alternatifs fondée sur les principes électrostatiques pour déterminer les caractéristiques d'un courant alternatif. On peut mesurer : 1° les volts appliqués ; 2° les ampères totaux ; 3° les ampères ou les watts effectifs.

On déduit ensuite facilement le facteur de puissance, l'angle de phase et le courant magnétisant ou de capacité ou leur différence si tous les deux existent.

M. Kempf Hartmann a donné lecture d'une note sur un appareil destiné à mesurer la fréquence des courants alternatifs. L'appareil consiste, en principe, en un électro-aimant parcouru par le courant alternatif dont on veut mesurer la fréquence et excitant une lame vibrante qui émet un son. On déplace l'électro-aimant devant une série de lames vibrantes et l'on s'arrête devant celle qui rend le son le plus net.

M. Blondin a présenté ensuite, au nom de M. Blondel, les nouveaux oscillographes imaginés par ce dernier et il en a fait la théorie. Ces appareils sont de trois types différents : l'oscillographe bifilaire, l'oscillographe à fer doux, l'oscillographe à bande de fer doux qui dérive du précédent. M. Blondin a terminé sa communication en donnant le résultat d'expériences faites, au moyen d'oscillographes, sur des alternateurs diphasés et triphasés. Il a remarqué notamment que la charge d'une phase influe sur la forme des courbes des autres phases; que la déformation est d'autant plus grande que les charges sont plus inégales; que la réaction d'induit produit dans le circuit inducteur des pulsations souvent très fortes dont la fréquence est égale au double du produit de la fréquence du courant induit par le nombre des phases.

M. J. Violle a donné lecture d'un rapport très documenté sur l'état actuel de la photométrie. Après avoir rappelé les conventions du Congrès de Genève de 1896, il a étudié et discuté les divers étalons à incandescence et à flamme. Il a insisté tout particulièrement sur l'étude des lampes à incandescence qui présente un grand intérêt depuis l'introduction de ces appareils comme étalons intermédiaires en photométrie. Il a passé ensuite en revue les principaux photomètres et spectrophotomètres, et étudié tout spécialement les progrès réalisés par la photométrie hétérochrome.

M. Cornu a exposé que la photométrie exigeant nécessairement la distinction des radiations qui constituent la lumière émise, il importait de définir la loi de répartition des couleurs dans le spectre de la lumière considérée, parce que c'est de cette répartition que dépend la mesure de l'intensité de chaque couleur. Selon M. Crova l'échelle logarithmique permet de représenter assez exactement l'ensemble des radiations, depuis l'extrême ultra-violet jusqu'aux ondes électro-magnétiques. Quant aux comparaisons d'intensités lumineuses, la plus grande difficulté qu'elles entraînent est due à la différence de teintes. On pourrait éliminer cette difficulté en réduisant cette comparaison à celle des intensités des radiations correspondant à une même longueur d'onde prise dans les deux sources différentes.

**Deuxième Section. — Sous-Section A : Production et utilisation mécanique de l'électricité.** — Président : M. Hillairet. — M. Boucherot a exposé son système de compoundage des alternateurs : qui repose sur l'emploi d'une excitatrice spéciale, appelée dynamo à enroulements sinusoïdaux (1).

M. Rey a présenté, au nom de M. Blondel, une note sur le compoundage des alternateurs polyphasés. Dans ce système on emploie une excitatrice à courant continu dont l'induit est traversé par le courant polyphasé propre de l'alternateur, ou par une dérivation obtenue au moyen d'un transformateur en série.

M. Leblanc a fait remarquer que dans le compoundage des alternateurs, la principale fonction du courant d'excitation est de développer une force magnétisante égale et de signe contraire à celle développée par les circuits d'armature. L'intensité de ce courant d'excitation varierait beaucoup avec le débit de l'alternateur, il conviendrait donc que ses variations soient obtenues automatiquement. Le plus souvent on règle le voltage d'un alternateur en faisant varier le champ de son excitatrice. M. Leblanc a montré que l'on peut conserver ce mode de réglage et le rendre automatique, soit en employant comme excitatrice une machine à courant continu, dont le champ soit engendré par des courants alternatifs, telle qu'une *commutatrice* ou un *transformateur-redresseur* ; soit en faisant produire le champ de cette excitatrice, comme dans les machines à courant continu dites compounds, par des circuits associés, les uns en parallèle, les autres en série avec les circuits d'armature de l'alternateur que l'on veut exciter.

M. Routin a traité la question des transformateurs statiques. Il a étudié en particulier une épure générale fournissant la solution du problème suivant :

Étant donnée une carcasse magnétique de dimensions déterminées et un poids total de cuivre invariable, quels sont les effets de la variation de l'induction sur les conditions générales de fonctionnement.

L'examen de cette épure montre que la meilleure utilisation industrielle ne correspond pas aux conditions théoriques du rendement maximum. Elle fait de plus connaître la relation qui existe pour un poids de matériel actif déterminé, entre les différents éléments de fonctionnement.

M. Routin a établi ensuite une relation entre la hauteur et l'espacement des noyaux qui correspond au minimum de perte par hystérésis; il a discuté l'influence des variations des dimensions de la carcasse, puis des variations de la section des noyaux et recherché quelle est la forme la plus avantageuse à adopter pour ladite section.

M. G. Chevrier a donné lecture d'une note sur la conduite des alternateurs couplés en parallèle et a mis en évidence quelques difficultés qui peuvent se présenter pendant la marche de deux alternateurs couplés en parallèle.

M. Pérot a étudié l'accouplement des alternateurs au point de vue des harmoniques et montré que l'effet des moteurs synchrones sur les harmoniques des alternateurs est de mettre en court-circuit sur leur armature tous les harmoniques qui ne font pas partie de leur force électromotrice propre. Il en résulte un abaissement considérable du voltage des harmoniques qui peuvent passer de 8,5 % à 3 %. Les moteurs asynchrones devraient pouvoir remplir le même office. Il a terminé en indiquant un mode de construction des alternateurs permettant d'avoir des machines débarrassées d'harmoniques sensibles.

M. Janet a présenté un rapport sur l'état actuel du problème de la transformation des courants alternatifs simples ou polyphasés en courant continu. Il a passé successivement en revue les redresseurs électrolytiques, les appareils de simple commutation, les groupes convertisseurs, les commutatrices, les transformateurs-redresseurs et leurs qualités de rendement respectives.

M. Rey a exposé la théorie graphique de la régulation des convertisseurs rotatifs de M. Blondel, en démontrant que les convertisseurs peuvent se ramener au cas des moteurs synchrones à réaction transversale nulle. Il en a déduit des épures très commodes pour les différents cas qui peuvent se présenter dans la pratique.

M. Semenza a fait une communication sur des essais et mesures exécutés dans une grande installation à haute tension. Il a décrit brièvement l'installation de Paderno, à Milan (1), et fait l'exposé des mesures exécutées sur la ligne pour en déterminer les différentes constantes.

M. Boucherot a fait remarquer que le calcul des réseaux alternatifs se trouve très simplifié si l'on tient compte de ce que pour tous les appareils du réseau la somme des puissances absorbées ainsi que la somme des puissances magnétisantes sont nulles.

M. Thury a pris la parole sur les transports à haute tension au moyen de courant continu en série. Il a fait remarquer que l'emploi de courants alternatifs polyphasés pour le transport de l'énergie est actuellement avantageux dans la plupart des cas où la distance de transmission n'est pas trop grande et où la tension nécessaire à sa réalisation économique peut être directement produite par les génératrices. On serait limité, dans cette voie, à 15 ou 20 000 volts. Pour le transport de grandes puissances à de grandes distances, l'avantage reviendrait au courant continu, parce que l'accouplement en série serait l'accouplement normal des dynamos à courant continu excitées en série. On pourrait de cette façon transporter économiquement l'énergie jusqu'à 200 kilomètres.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 19, p. 337.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n°s 21 et 22.

M. Thury a également fait une communication sur l'application des dynamos survoltrices au réglage automatique de la force électromotrice des batteries d'accumulateurs.

M. Silvanus P. Thompson a présenté un rapport sur les mécanismes électro-magnétiques où il rappelle les différentes lois qui régissent les phénomènes auxquels ces mécanismes donnent lieu : la loi du circuit magnétique, la loi de l'induction des forces électromotrices et surtout celles du maximum de flux de force magnétique. M. Guénée a indiqué comment on peut appliquer rigoureusement ces lois en cherchant à réduire le plus possible la réluctance des électro-aimants. Il y est arrivé au moyen d'une armature composée d'un cylindre plein surmonté d'une série de rondelles de fer séparées par des rondelles de cuivre d'épaisseur réglable. M. Weyler a donné quelques renseignements sur la manière de calculer la hauteur d'enroulement des électros connaissant les ampères-tours et l'épaisseur d'enroulement. Il a fait remarquer que les formules sont identiques pour les sections circulaire et rectangulaire. En se fixant la surface, on arrive à une formule simple qui, représentée par une abaque, permet de résoudre facilement les différents problèmes.

M. Weyler a fait également une communication sur la relation entre le nombre de tours et le nombre de pôles avec la puissance. Dans la formule donnée par M. Sylvanus P. Thompson, le produit $D^2L$ est constant pour une puissance et une vitesse données et l'on peut à volonté faire varier D et L, L variant comme le carré de D. Il ne reste donc plus qu'à choisir le rapport entre L et D pour réaliser les meilleures conditions.

M. Boucherot a pris la parole sur l'emploi des condensateurs à haute tension. D'après lui beaucoup d'applications des condensateurs industriels pourraient être faites dès maintenant dans de petites installations. Il a songé à utiliser la chaine thermo-électrique comme décaleur, dans le même but que les condensateurs mais il a été arrêté dans ces recherches parce que le calcul lui a démontré qu'un tel système ne peut procurer qu'un décalage au plus égal à $\frac{\pi}{4}$ et non à $\frac{\pi}{2}$. M. Lombardi estime que le plus grand nombre de mécomptes obtenus avec les condensateurs insérés dans les réseaux, après avoir été essayés au laboratoire, sont dus à la forme différente de la courbe de tension qui, pour la même valeur efficace peut présenter un maximum beaucoup plus élevé. On y remédierait en essayant les condensateurs au triple de la tension normale.

M. Léon Gérard a décrit une transmission triphasée qui tout en servant au remorquage des bateaux entre Bruxelles et Charleroi est utilisée pour une distribution d'éclairage et de force motrice.

M. Ernest Gérard a pris la parole sur la résistance des voitures automotrices à la traction. D'une façon générale, les formules employées pour donner la résistance à la traction des trains est de la forme

$$r = a + bV + cV^2 + K.$$

Lorsqu'il s'agit de trains remorqués par locomotives et de vitesses inférieures à 60 kilom. à l'heure, on peut se contenter des deux premiers termes. Mais, dans le cas de voitures isolées, même aux faibles vitesses de 30 à 40 kilom., la résistance de l'air joue un rôle important. M. l'Hœst, ingénieur belge, a établi la formule suivante :

$$r = 1,80 + 0,04\,V + \frac{0,0415}{T}\,V^2 \pm m,$$

T = poids en tonnes.

M. le colonel Renard a montré qu'il y a un accord remarquable entre les expériences belges et les données générales sur la résistance de l'air.

M. Claude a présenté quelques observations sur le mécanisme de l'électrolyse par les courants de retour des tramways. Il a conclu qu'il y a lieu de multiplier le nombre des feeders de retour, non pas dans le but de diminuer quelque peu les chutes sur rails, mais dans le but de diminuer la densité des courants vagabonds à la rentrée dans les rails ou dans les feeders de retour.

M. Postel-Vinay a enfin présenté un rapport dans lequel il passe en revue l'histoire de la traction électrique et principalement des prises de courant pour tramways depuis une soixantaine d'années.

(*A suivre.*) H. O.

## VARIÉTÉS

### Installation de chemins de fer suspendus, à l'annexe de Vincennes.

Le *Génie Civil* a récemment décrit en détail (1) le chemin de fer suspendu monorail, système E. Langen, construit en Allemagne, entre Barmen et Elberfeld-Vohwinkel, par la Continentale Gesellschaft für Elektrische Unternehmungen, de Nuremberg.

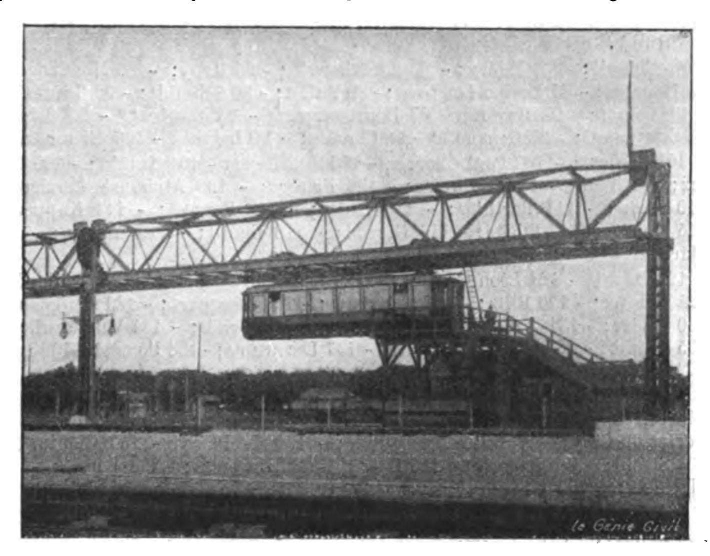


Fig. 1. — Vue générale du chemin de fer suspendu, système E. Langen, à l'Exposition de Vincennes.

Cette Société a installé à l'annexe de l'Exposition Universelle, à Vincennes, un tronçon de voie de ce chemin de fer, sur une longueur de 60 mètres, et un véhicule en fonctionnement (fig. 1 et 2), ce qui permet de se rendre compte assez aisément des moyens de réalisation pratique de ce système, dont l'originalité est incontestable et qui paraît séduisant à plusieurs points de vue.

Comme dans l'installation de Barmen-Elberfeld, le viaduc est constitué par des poutres en caisson à treillis, dont les éléments, disposés transversalement (fig. 1), sont en forme de double T. Les ailes inférieures de ce double T sont plus grandes que les ailes supérieures et sont reliées au sommet de l'âme de la poutre. Aux extrémités des ailes inférieures de ces poutres élémentaires se fixent les poutres de rive (fig. 2), en forme de double T ; sur chacune de ces dernières est placée la voie monorail.

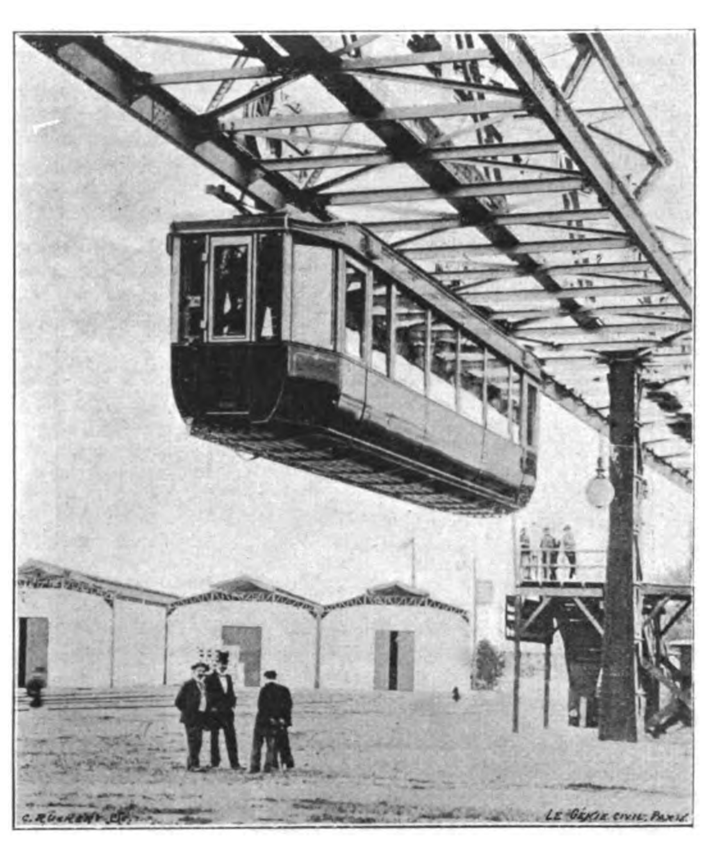


Fig. 2. — Vue en dessous du chemin de fer suspendu.

Le véhicule, dont nous avons déjà décrit la construction et l'équipement électrique, est suspendu en porte-à-faux à cette voie, au moyen de deux paires de roues motrices montées sur châssis pivotants. Les visiteurs de l'Exposition peuvent accéder à la voiture, grâce à un échafaudage en bois, avec escalier, représentant une station (fig. 1 et 2).

Sur la ligne de Barmen-Elberfeld, des circonstances locales ont con-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 19, p. 289.

duit à adopter, pour les pylônes qui supportent le viaduc, la forme d'arceaux ou de palées inclinées, à doubles jambes de force, articulées à leur base. Cette disposition n'existe plus à Vincennes: le viaduc est tout entier porté par trois pylônes droits en caissons à treillis, placés suivant l'axe du viaduc. Les véhicules circulent de part et d'autre de ces pylônes (fig. 1 et 2).

L'emplacement occupé sur le sol étant réduit à la surface d'appui du pylône, cette solution serait préférable, au point de vue de la diminution de l'encombrement des rues; elle s'appliquerait dans les avenues et dans les rues de plus de 10 mètres. En outre, elle serait plus économique que les précédentes et plus satisfaisante au point de vue de la perspective.

L'installation de Vincennes, à cause de sa faible longueur, ne permet malheureusement pas de vérifier les avantages qui résulteraient, d'après les constructeurs, de l'oscillation libre des véhicules et du passage en vitesse des courbes accentuées.

D'après des calculs très sérieux, exposés dans l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, on pourrait, avec ces véhicules suspendus à leur monorail, passer à des vitesses de 50, 100 et 150 kilom. dans des courbes dont les rayons seraient respectivement de 40, 160 et 360 mètres. On sait que, pour les mêmes vitesses, les rayons minima des courbes, dans un chemin de fer ordinaire, sont de 250, 1 000 et 2 250 mètres.

Aux plus grandes vitesses dans les courbes, les véhicules suspendus prennent progressivement une inclinaison qui est fonction de la vitesse, tandis que, dans les chemins de fer ordinaires, cette inclinaison est donnée une fois pour toutes et ne s'adapte pas à toutes les vitesses. L'inclinaison maximum, aux grandes vitesses, dans les plus petites courbes, ne dépasserait pas d'ailleurs 26°. Grâce à la lenteur des oscillations, on n'en éprouverait aucune incommodité.

Par suite de ces avantages, on estime que dans les villes, en suivant toutes les sinuosités des rues, les chemins de fer suspendus, mus électriquement, pourraient, en s'arrêtant 15 secondes, tous les 900 mètres, atteindre une vitesse moyenne de 35 kilom., tandis que, dans les chemins de fer urbains ordinaires, en exploitation, on ne dépasse pas la vitesse moyenne de 25 kilom. à l'heure.

---

## Le Pavillon des Ardoisières d'Angers à l'Exposition.

Parmi les divers pavillons édifiés autour de la Tour Eiffel, on remarque celui construit par la Société de la Commission des Ardoisières d'Angers (G. Larivière et Cie) et dans lequel elle expose l'ensemble de ses produits : ardoises pour couvertures, dalles, câbles métalliques, crochets pour toitures, ronce artificielle. Cette Société met en évidence, dans un grand nombre de graphiques et dessins, les améliorations, les perfectionnements réalisés par elle depuis son origine et plus particulièrement depuis la dernière Exposition Universelle de 1889. L'évolution des méthodes d'exploitation est représentée par une série de tableaux et gravures faisant ressortir les procédés en usage depuis le XVIe siècle, l'exploitation à ciel ouvert avant et après l'invention de la machine à vapeur, l'exploitation souterraine par gradins droits préconisée par Le Châtelier et appliquée par la Société dès 1832; l'exploitation souterraine par gradins renversés en remontant, indiquée par Blavier dès 1863, et appliquée par lui-même en 1876.


Pavillon d'exposition de la Société des Ardoisières d'Angers.

La Société montre aussi les perfectionnements réalisés dans son outillage mécanique, notamment dans les applications de l'électricité, soit à l'éclairage de ses exploitations, dont les premiers essais remontent à 1864 et l'emploi définitif à 1879, soit à la transmission de la force, qu'elle a expérimentée dès 1883 pour la commande d'une machine à haver et adoptée définitivement depuis pour actionner ses treuils, pompes et perforatrices électriques.

Parallèlement à la fabrication des ardoises de couvertures, le regretté Ch. Larivière avait fondé, dès 1851, un atelier pour la fabrication des dalles d'ardoise et une usine pour la fabrication des câbles métalliques dans le but de mettre les ouvriers des ardoisières à l'abri de toutes chances de ruptures des câbles employés pour l'extraction, qui ont acquis une grande importance.

Des expériences démontrent, dans le Pavillon d'exposition de la Société, les qualités de solidité, d'élasticité, de résistance aux agents chimiques de l'ardoise qui justifient ses applications, et de nombreux spécimens en nature, complétés par des dessins, font ressortir les soins apportés aux produits de la fabrication.

---

## École Centrale des Arts et Manufactures.

*Liste des candidats admis à la suite du concours d'admission de 1900 :*

1 Félix Martin ; - 2 Ingouf; - 3 Royer ; - 4 Doat ; - 5 Corbin ; - 6 Dugas ; - 7 Hannequin ; - 8 Durnerin ; - 9 Delègue ; - 10 Renaux ; - 11 Broulhiet ; - 12 Delaye ; - 13 Callot ; - 14 Jeannin ; - 15 Pierre Flamant ; - 16 Souville ; - 17 Dugué ; - 18 Laedlein ; - 19 Camille de Cordemoy ; - 20 Melchior ;

21 Schapira ; - 22 Duhoureau ; - 23 Flobert ; - 24 Benoit ; - 25 Menaut ; - 26 Goupil ; - 27 Loisif ; - 28 Cromback ; - 29 Hulot ; - 30 Dessin ; - 31 Guéritault ; - 32 Boudou ; - 33 Belin de Chantemèle ; - 34 Georges Bonneau ; - 35 Brull ; - 36 Andiran ; - 37 Delbourg ; - 38 Rocher ; - 39 Halphen ; - 40 Mole.

41 Ulmer ; - 42 Deroche ; - 43 André Moreau ; - 44 Ossart ; - 45 Lavallée ; - 46 Laval ; - 47 Navarre ; - 48 Tastet ; - 49 Jalaguier ; - 50 Dévédec ; - 51 Caffort ; - 52 Birlé ; - 53 Robin ; - 54 Fremy ; - 55 Levasseur ; - 56 Marty ; - 57 Caillat ; - 58 Decourchelle ; - 59 Bolomey ; - 60 Huber ;

61 Leseible ; - 62 Delbove ; - 63 Fayed ; - 64 Poinsot ; - 65 Quiquandon ; - 66 Fernand Lescure ; - 67 Patronier ; - 68 Maquart ; - 69 Pierre Thomas ; - 70 Maugars ; - 71 Roszak ; - 72 Canuel ; - 73 Hay ; - 74 Cherville ; - 75 Canal ; - 76 Henry Couannier ; - 77 Hochstetter ; - 78 Guillier ; - 79 Faure ; - 80 Lionel Huber.

81 Default ; - 82 Thiéry ; - 83 Smolikowski ; - 84 Rapy ; - 85 Mondange ; - 86 Deprecq ; - 87 Lucien Lefebvre ; - 88 Bullot ; - 89 Schmidt ; - 90 Grandsire ; - 91 Veyrat ; - 92 Gariot ; - 93 Bourgougnon ; - 94 Gaubert ; - 95 Joie ; - 96 Stievenard ; - 97 Grimault ; - 98 Charles ; - 99 Legros ; - 100 Brunnarius ;

101 Lecourt ; - 102 Paul Charne ; - 103 Reitlinger ; - 104 Knecht ; - 105 Costaz ; - 106 Hu ; - 107 Ambroise ; - 108 Fricero ; - 109 Alphonse Perrier ; - 110 Turin ; - 111 Berthier ; - 112 Lanco ; - 113 Forgeot ; - 114 Kupper ; - 115 Menet ; - 116 Fliche ; - 117 Giraud ; - 118 Gentil ; - 119 Aghion ; - 120 Marchal ;

121 Duval ; - 122 Léon Garnier ; - 123 Colin de Verdière ; - 124 Teillard ; - 125 Pinsart ; - 126 Biltz ; - 127 Hoppenot ; - 128 Becquart ; - 129 Guignon ; - 130 Braive ; - 131 Leday ; - 132 Marbot ; - 133 Griffe ; - 134 Vandewalle ; - 135 Granet ; - 136 Eugène Lefebvre ; - 137 Lacouture ; - 138 Pomès ; - 139 Bell ; - 140 de Montagu ;

141 Brossier ; - 142 Pepinster ; - 143 Reuflet ; - 144 Mathieu ; - 145 Fave ; - 146 Chariot ; - 147 Francq ; - 148 Maurice Charpentier ; - 149 Budin ; - 150 Perret du Cray ; - 151 de Montgolfier ; - 152 de Place ; - 153 Clouzard ; - 154 Strohl ; - 155 Laporte ; - 156 Hardy ; - 157 Brégeras ; - 158 Barrié ; - 159 Machiels ; - 160 Fochier ;

161 Marque ; - 162 Potié ; - 163 Bories ; - 164 Charles Morel ; - 165 Pelvet ; - 166 Bonnet ; - 167 Couette ; - 168 Debargue ; - 169 Heuzé ; - 170 Detève ; - 171 Boname ; - 172 Georges Gauthier ; - 173 Guilmoto ; - 174 Binoche ; - 175 Vandamme ; - 176 Lys ; - 177 Rault ; - 178 Descamps ; - 179 Morély ; - 180 Dembiermont ;

181 Marchandise ; - 182 Meyzonnier ; - 183 Bellenger ; - 184 de Champs de Saint-Léger ; - 185 Dumoutier ; - 186 Sénéclauze ; - 187 Girod ; - 188 Clère ; - 189 Huguenel ; - 190 André Garnier ; - 191 Léon Lesur ; - 192 de Perpigna ; - 193 Lhommet ; - 194 Brivezac ; - 195 Scherer ; - 196 Billot ; - 197 Caplain ; - 198 Borgel ; - 199 Quentin de Coupigny ; - 200 Weiss ;

201 Bruley ; - 202 Bruneton ; - 203 Roy ; - 204 Michel ; - 205 Helouvri ; - 206 de Rotalier ; - 207 Guillery ; - 208 René Henry ; - 209 Dreyfous ; - 210 Georges Paraf ; - 211 Salvan ; - 212 Chartier ; - 213 de Saint-Léger ; - 214 Séveaux ; - 215 Misset ; - 216 Herou ; - 217 Verry ; - 218 Kellerlin ; - 219 Wouters ; - 220 Bureau du Colombier ;

221 Bertaux ; - 222 Guyot ; - 223 Saracino-Tagliante ; - 224 Borrel ; - 225 Abafour ; - 226 Theillaud ; - 227 Gouge ; - 228 Poirot ; - 229 Larran ; - 230 Isoré ; - 231 Lehec ; - 232 Spinosa-Cattela ; - 233 Mahaut ; - 234 Honoré ; - 235 Lambinet ; - 236 Métivier ; - 237 Aubert.

La date de la rentrée des élèves de première année est fixée au 15 octobre.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 1er octobre 1900.*

**Analyse chimique.** — *Remarques sur l'acidité de l'urine;* par M. Berthelot.

Dans sa communication ci-après, sur l'absorption de l'oxygène libre par l'urine normale, M. Berthelot ayant eu l'occasion de rappeler comment le degré d'acidité de l'urine peut être mesuré au moyen de la phtaléine, et comparé en le rapportant à un certain poids équivalent d'acide sulfurique, il donne à ce sujet quelques explications.

**Chimie minérale.** — *Sur les séléniures de nickel.* Note de M. Fonzes-Diacon, présentée par M. Henri Moissan.

Les vapeurs de sélénium réagissent, à la température du rouge, sur le nickel en poudre, en donnant, d'après Little, une masse cristalline *paraissant* formée par des cristaux du système cubique.

M. Fonzes-Diacon a réussi à préparer toute une série de séléniures de nickel, analogues aux sulfures correspondants. Il a obtenu le protoséléniure de nickel en cristaux cubiques très nets, et les sesqui, bi, sous-séléniures de nickel ainsi qu'un oxyséléniure qui n'étaient pas connus.

Enfin il a montré que, réduits par l'hydrogène au rouge blanc, ces corps peuvent donner naissance à du nickel filiforme.

**Chimie organique.** — *Oxycelluloses du coton, du lin, du chanvre et de la ramie.* Note de M. Léo Vignon, présentée par M. Henri Moissan.

On admet que les fibres textiles purifiées provenant du coton, du lin, du chanvre et de la ramie sont constituées par de la cellulose. M. L. Vignon s'est proposé de rechercher comment se comportait la cellulose préparée par ces différents textiles, quand elle est soumise à la méthode d'oxydation qu'il a indiquée, en vue de l'obtention de l'oxycellulose.

Les expériences qu'il a effectuées, à cet effet, l'ont amené aux conclusions suivantes :

Les celluloses provenant du coton, du chanvre, du lin, de la ramie, donnent sensiblement les mêmes produits par oxydation; les différences numériques constatées entre les propriétés des oxycelluloses obtenues sont relativement faibles, et peuvent s'expliquer, soit par les conditions d'état physique propre à chaque textile, soit par les condensations de la molécule $(C^6H^{10}O^5)^n$, qui ne sont pas tout à fait identiques pour les textiles considérés.

**Chimie physiologique.** — *Sur l'absorption de l'oxygène libre par l'urine normale.* Note de M. Berthelot.

Les relations qui existent entre l'oxygène *libre* et les différents liquides de l'économie n'ont guère été étudiées jusqu'ici que pour le sang, la plupart de ces liquides étant difficilement susceptibles d'être recueillis en quantités notables et dans des conditions où ils ne soient pas soumis à l'action prolongée de l'air ambiant. M. Berthelot a été amené à examiner ces relations pour le liquide physiologique le plus abondant après le sang et le plus facile à recueillir dans des conditions diverses, c'est-à-dire l'urine; et il a reconnu qu'elle absorbe de l'oxygène libre dans son état normal, c'est-à-dire qu'elle constitue un milieu réducteur, circonstance susceptible d'importantes conséquences physiologiques et pathologiques.

Les conclusions que l'on peut tirer de ses analyses sont les suivantes :

1° Les urines examinées ont toutes absorbé l'oxygène libre et cela en dose supérieure à celle de la solubilité de l'oxygène dans l'eau pure.

L'urine se comporte donc comme un liquide réducteur, bien qu'elle ait été sécrétée par les reins aux dépens du sang artériel, dans lequel l'oxygène prédomine. Elle se comporte à cet égard comme la plupart des tissus de l'économie, avec cette différence que les tissus préexistent au sang artériel qui arrive en contact avec eux et auquel ils enlèvent une portion de son oxygène disponible, tandis que l'urine, au contraire, est extraite du sang lui-même.

Ce résultat seul suffirait à établir que la sécrétion de l'urine par les reins n'est pas un phénomène purement physique d'endosmose, mais qu'elle représente une véritable opération chimique.

L'absorption de l'oxygène observée dans les expériences est bien un phénomène chimique. Elle n'est pas d'ailleurs attribuable à des agents microbiens, tels que ceux qui produisent la fermentation acétique. Maintenant, l'oxydation de l'urine se produit-elle avec le concours d'agents intermédiaires entre l'oxygène libre et les autres principes immédiats, à la façon de l'essence de térébenthine oxydée ou des oxydases? C'est une question réservée à un examen ultérieur. Mais les analyses précédentes jettent déjà quelque jour sur la nature des produits de cette oxydation. En effet, les chiffres obtenus montrent que l'oxygène absorbé par les urines n'en a pas modifié le titre acide, ou la dose d'urée, non plus que la dose d'acide carbonique dissous. Ce sont des résultats analogues à ceux qui auraient été obtenus sur diverses matières colorantes, régénérables par l'oxygène dans un milieu réducteur : l'indigo bleu, par exemple, régénéré de l'indigo blanc. On peut citer à l'appui le fait suivant : dans certains cas, l'urine émise après les repas est presque incolore. Mais elle jaunit peu à peu au contact de l'air, et ce phénomène est accompagné par une absorption d'oxygène.

Ces observations distinguent l'oxydation des principes de l'urine des oxydations qui transforment les alcools et les aldéhydes en acides.

Observons encore que les résultats obtenus avec l'oxygène libre ne sauraient être assimilés, au point de vue physiologique, avec ceux d'un composé minéral, oxydant, tel que le permanganate de potasse ou l'acide chromique.

Il est une autre conséquence des analyses qui mérite d'être mise en évidence. C'est l'absence de l'oxygène libre à l'état de dissolution dans l'urine, telle qu'elle sort de l'économie. En effet, si l'urine contenait à ce moment de l'oxygène simplement dissous, c'est que cet oxygène aurait déjà épuisé son aptitude à se combiner immédiatement avec les principes immédiats de l'urine.

2° Si elles ne contiennent pas d'oxygène libre, par contre les urines examinées renferment des doses d'azote voisines de celle de 14 centimètres cubes, qui répondrait à la saturation normale de l'eau pure, dans les conditions des expériences. Ce fait pouvait être prévu, d'ailleurs, l'eau formant la presque totalité de ce liquide.

3° Les urines examinées contenaient des doses d'acide carbonique simplement dissous, variables entre 28 et 84 centimètres cubes. L'un des échantillons a dégagé 24 centimètres cubes de plus par l'addition d'un acide : ce qui répond aux bicarbonates. Ces valeurs sont comprises dans les mêmes limites observées par Planer (44 à 100 centimètres cubes) et par Wurster et Schmidt (50 centimètres cubes déplaçables par un courant d'air, et 50 de plus par l'addition d'un acide). De telles variations correspondent à celles des phénomènes physiologiques accomplis dans l'organisme, lors de la sécrétion de l'urine. En tout cas, la dose d'acide carbonique soit libre, soit combiné, contenue dans ces urines est bien plus faible que celle qui répondrait à un liquide aqueux saturé de ce gaz (900 centimètres cubes environ à 20°).

G. H.

---

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Progrès réalisés dans la traction des trains à grande vitesse depuis 1889.** — Le *Bulletin du Congrès des chemins de fer* a publié, dans son numéro d'août (premier fascicule), une substantielle étude concernant les progrès réalisés dans les chemins de fer européens depuis 1889, au point de vue de la traction des trains à grande vitesse. Cette étude a trait surtout aux perfectionnements apportés aux locomotives.

Les vitesses moyennes de marche, qui ne dépassaient guère 75 kilom. à l'heure, atteignent aujourd'hui 95 et 100 kilom. Les express les plus lourds avaient une charge généralement inférieure à 200 tonnes; il n'est pas rare actuellement de voir circuler des trains à grande vitesse dont le tonnage est de 300 tonnes. Ces résultats sont la conséquence d'un accroissement notable de la puissance des chaudières, d'une meilleure utilisation de la vapeur et d'une amélioration de la stabilité des véhicules.

L'événement le plus important, sous le rapport des modifications apportées au mécanisme des moteurs, réside dans l'application de la disposition compound qui a permis le développement d'un travail utile plus considérable, à égalité de dépense de combustible. Toutefois il convient de noter que la supériorité des machines compound est moins sensible aux grandes qu'aux faibles vitesses. Si l'on considère maintenant le principe de la double expansion dans ses applications, on constate que la disposition à quatre cylindres actionnant deux essieux différents paraît en ce moment être en faveur relativement à celle à deux cylindres. La première, plus compliquée il est vrai, donne un meilleur équilibrage des masses en mouvement, une régularité du moment moteur et une facilité de démarrage plus grandes. Notons enfin la tendance qu'ont certaines Administrations de chemins de fer à remplacer, pour la remorque des trains express, le type aujourd'hui si répandu des locomotives à quatre essieux et à bogie par celui à cinq essieux dont un porteur à l'arrière, ainsi qu'on l'a déjà fait en Autriche, en Hollande et au Nord français.

**Locomotives, type Consolidation, pour le Rio Grande Western Railway.** — L'*Engineering News*, du 30 août, décrit de nouvelles locomotives, du type Consolidation, qui viennent d'être construites, au nombre de huit, pour le Rio Grande Western Railway, par les Richmond Locomotive Works. Bien que ces machines ne soient pas aussi volumineuses que les énormes machines construites, pendant ces deux ou trois dernières années, pour les chemins de fer de l'Est des États-Unis, ce sont néanmoins de très puissantes locomotives et qui montrent bien jusqu'à quel point les machines lourdes ont été adoptées par les chemins de fer moins importants pour remplacer leur matériel roulant plus léger. Quatre de ces locomotives ont des roues motrices de 1m42 de diamètre; celles des autres ont 1m27; mais, pour tous les autres détails, ces huit locomotives sont identiques.

Depuis dix ans, le trafic du Rio Grande Western Railway s'est considérablement développé, principalement en ce qui concerne les transports de charbons et de minerais provenant des districts miniers de l'Utah. Actuellement il transporte un tonnage qui est environ le double de celui d'il y a dix ans, et les nouvelles locomotives sont destinées à effectuer ces transports plus économiquement en permettant l'emploi de lourds trains de marchandises.

Les principales dimensions de ces locomotives sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Empattement des roues motrices . | mètres. | 5,10 |
| — de la machine . . . | — | 7,60 |
| — total (machine et tender) . . . . . | — | 16,15 |
| Poids sur les huit roues motrices. | tonnes. | 76,45 |
| — sur l'essieu d'avant . . . . | — | 7,54 |
| — du tender en charge . . . . | — | 45,79 |
| — total (machine et tender). . | — | 129,78 |
| Pression de vapeur . . . . . . . . | kilogr. | 12,95 |
| Surface de chauffe. . . . . | mètres carrés. | 267,19 |
| — de grille. . . . . . | — | 3,23 |
| Dimensions des cylindres . . . . | mètres. | 0,56 × 0,71 |

#### ÉLECTRICITÉ

**La station centrale d'électricité de la ville de Prague.** — Au début de l'année dernière, la municipalité de la ville de Prague a décidé de créer une station centrale de force, pour fournir l'énergie électrique nécessaire aux tramways urbains et à l'éclairage des services publics et des particuliers. Pour les tramways électriques le courant choisi fut le courant continu, pour les autres usages ce fut du courant alternatif triphasé. L'installation qui fut étudiée et qui est actuellement en voie d'achèvement comporte une station centrale, deux sous-stations et un important réseau de câbles de distribution. Le courant alternatif à la tension de 3 000 volts qui est produit dans l'usine centrale, dans le faubourg d'Holeschowitz, est transformé dans une série de stations de transformation urbaines en courant à 120 volts; dans les deux sous-stations principales, ce courant est converti en courant continu à 550 et à 600 volts. Le courant nécessaire aux tramways est directement produit sous forme de courant continu dans la station centrale elle-même.

D'après la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 22 septembre, la station centrale comprendra, lors de son achèvement complet, 32 chaudières de 230 mètres carrés de surface de chauffe chacune, et fournissant de la vapeur à 12 kilogr. Chacune d'elles est combinée à un surchauffeur

Schwörer qui porte la température de la vapeur à 360° C. environ. L'usine doit comporter quatre cheminées de 70 mètres de hauteur et de trois mètres de diamètre intérieur à leur extrémité supérieure.

Les machines destinées à fournir le courant continu à 550 et à 600 volts, forment deux groupes électrogènes; les machines à vapeur sont des machines tandem de 300 à 400 chevaux, suivant le rapport de détente et travaillant avec de la vapeur à 11 atmosphères; elles tournent à 125 tours à la minute. Les dynamos qui leur sont accouplées sont des dynamos-shunt à 14 pôles, de 203 à 270 kilowatts. Pour le courant alternatif, les groupes électrogènes sont plus nombreux. Ils comportent dix machines à vapeur horizontales de 750 à 1 000 chevaux et cinq machines de 1 500 à 2 000 chevaux. Cinq des premières machines sont à l'heure actuelle déjà installées; ce sont des machines à triple expansion, tournant à 90 tours par minute. Les alternateurs qui leur sont accouplés sont des génératrices à 48 périodes, comportant un inducteur mobile à 64 pôles qui sert de volant à la machine à vapeur. Chacun des alternateurs pèse 64 tonnes, dont 29 pour l'inducteur-volant.

### TRAVAUX PUBLICS

**Nouveau pont sur la Moselle, à Trarbach-Traben.** — On a récemment terminé, sur la Moselle, à Trarbach-Traben, un important pont-route de 240 mètres de longueur environ, dont les *Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, des 1er et 15 septembre, donnent une description détaillée.

Ce pont est constitué par quatre travées indépendantes; celles du milieu ont 64m5 de portée, celles latérales 54m45. Le tablier métallique de chacune de ces travées est essentiellement composé de poutres principales paraboliques, à treillis, puissamment contreventées entre elles, et d'une chaussée que des montants verticaux maintiennent suspendue aux poutres paraboliques supérieures. Les montants qui supportent ainsi la chaussée ne sont pas rivés sur les poutres principales; ils sont articulés sur elles, de telle sorte que toute la chaussée du pont peut se déplacer légèrement par rapport aux poutres principales correspondantes, dans le sens de la longueur du pont. Tout mouvement relatif est au contraire impossible dans le sens transversal. Les poutres principales reposent sur des piles en maçonnerie; l'une de leurs extrémités est fixe, l'autre pouvant se déplacer sur des rouleaux de dilatation.

Les poutres principales sont distantes en plan, d'axe en axe, de 6m50. La chaussée a 9m35 de largeur, dont 5m2 pour le passage des voitures et deux trottoirs de 2m075 montés sur fer Zorrès et supportés par des consoles extérieures. Au droit des piles, les chaussées de deux travées voisines se raccordent, en leurs abouts, au moyen de dispositifs particuliers de dilatation. Le plus grand soin a été apporté dans la décoration du pont, qui comporte un certain nombre d'accessoires en fer forgé et, sur les culées, deux portiques monumentaux dans le style moyen âge.

La construction du pont, commencée au printemps 1898, a été terminée en décembre 1899.

**Installations pour l'alimentation d'eau de la ville de White Plains (États-Unis).** — La ville de White Plains, située à environ 16 kilom. des limites de New-York agrandi, possède une population de 9 000 habitants. L'*Engineering Record*, du 25 août, décrit les travaux qui viennent d'être exécutés pour assurer l'alimentation d'eau de cette ville.

Jusqu'en ces dernières années, l'eau était puisée dans trois puits, présentant une section mouillée totale de 130 mètres carrés, et dont le débit aux pompes était de 1 600 mètres cubes par vingt-quatre heures. En améliorant cette installation, on arriva à porter son débit à 2 900 mètres cubes par jour. Ces puits sont creusés dans une couche de sable, qui agit comme filtre, et sont situés dans une sorte de cuvette rocheuse dont le fond est, au maximum, à une profondeur de 28 mètres. Les puits sont donc alimentés par l'eau de pluie que reçoit cette cuvette dont la superficie est de 9ha20. Pour accroître la quantité d'eau disponible, on entreprit des travaux, dont l'auteur donne la description, et qui ont pour but d'amener dans la cuvette rocheuse une partie de l'eau qui tombe dans une vallée voisine, dont la superficie est de 284 hectares. Cette eau n'arrive aux puits d'aspiration qu'après avoir traversé la couche de sable filtrante.

A cet effet, on a construit, en travers de la vallée, au point où ses parois rocheuses se rapprochent le plus, un barrage qui constitue un réservoir de 5ha6. Ce barrage est situé à environ 800 mètres de la station de pompe; la capacité du réservoir sera de 450 000 mètres cubes et le niveau de l'eau s'élèvera à 22m85 au-dessus des fondations des pompes. Un tuyau de 0m40 de diamètre aboutit directement aux pompes d'aspiration; un second tuyau, de même diamètre, aboutit à un puits filtrant, dans lequel on laissera ordinairement s'écouler l'eau du réservoir, de façon qu'elle se rende, à travers la couche de sable, aux puits d'aspiration, et augmente ainsi leur débit.

L'auteur décrit la construction du barrage, qui a une longueur, à la crête, de 122 mètres. Il fait ensuite la description du puits filtrant et celle des vannes et des soupapes installées sur les diverses conduites.

---

## Ouvrages récemment parus.

**Les gazogènes continus et discontinus et la manière de s'en servir**, par G. Velleman, Ingénieur civil des Mines. — Un volume in-8° de 87 pages avec figures dans le texte et une planche hors texte. — Béranger, éditeur; Paris, 1900. — Prix: 4 francs.

L'ouvrage de M. G. Velleman est destiné à faire mieux apprécier la valeur des gazogènes discontinus et en particulier celui produisant le gaz hydrogéné.

L'étude de la littérature qui s'y rapporte et la visite de nombreuses installations de ce genre en Allemagne et en Russie ont permis à l'auteur d'acquérir l'expérience nécessaire pour formuler ses opinions.

Afin de donner à son ouvrage un caractère pratique, M. Velleman a non seulement traité la question des gazogènes continus et discontinus, mais encore, d'une manière générale, leur application aux fours. Il donne de nombreux chiffres et pose des règles qui faciliteront la conception et la discussion de nouvelles installations et la transformation de fours existants.

---

**Le Château de Pierrefonds**, *Notice historique et descriptive*, par A. Robert, agrégé de l'Université; avec une Préface par M. Henry Lemonnier, professeur d'Histoire de l'Art à l'Université de Paris. — Un volume in-8° carré de 76 pages. — Société française d'Éditions d'Art, Paris.

Dans cette notice, qui est complétée par un résumé historique, l'auteur s'est surtout efforcé de montrer, preuves en mains, dans quelle mesure est exacte la restauration du Château de Pierrefonds, par Viollet-le-Duc.

---

## INFORMATIONS

### Production de l'or en Australie en 1900.

La production de l'or en Australie pendant le premier semestre de l'année courante a présenté des variations qui méritent quelques commentaires. Le tableau suivant, emprunté à l'*Australian Mining Standard*, indique en onces (0kg028) d'or brut, la production de chacune des colonies pendant le semestre qui s'est terminé au 30 juin dernier :

| | 1899 | 1900 |
|---|---|---|
| Nouvelle-Galles du Sud . . . | 185 084 | 156 356 |
| Nouvelle-Zélande . . . . . . | 186 111 | 172 204 |
| Queensland. . . . . . . . | 451 461 | 503 181 |
| Tasmanie. . . . . . . . . | 39 566 | 25 429 |
| Victoria. . . . . . . . . . | 398 293 | 370 552 |
| Australie occidentale . . . . | 709 797 | 758 303 |
| Total, en onces d'or brut. . . | 1 970 312 | 1 986 025 |
| Total, en onces d'or fin. . . . | 1 694 468 | 1 707 982 |
| Valeur totale, en francs . . . | 175 123 270 | 176 519 940 |

Tandis que la production en or de toutes les colonies présentait, l'an dernier, de l'augmentation, cette année il n'y en a que deux, Queensland et Australie occidentale, où la production se soit accrue. Dans la première, l'accroissement, qui est de 11,2 %, est dû entièrement aux mines, l'exploitation des placers et des alluvions n'intervenant que fort peu dans la production. Dans l'Australie occidentale, l'accroissement de 6,8 % a été obtenu presque entièrement en janvier et en février, sans que les autres mois montrent aucune variation par rapport à l'an passé.

La diminution de 15,5 % dans la production en or de la Nouvelle-Galles du Sud ne semble guère explicable; elle est peut-être due à une erreur dans les statistiques.

La production de la colonie de Victoria a baissé de 6,8 %, celle de chaque mois du semestre étant inférieure ou tout au plus égale à celle du mois correspondant de 1899. Ce résultat semble dû à une activité moins grande des travaux d'exploitation.

En Nouvelle-Zélande, la faible diminution que l'on constate sera probablement compensée pendant le second semestre, car l'exploitation des mines du district d'Otago y est prospère et les dragues sont employées activement et avec succès. Quant à la Tasmanie, la production de l'or y a toujours été variable et sans importance.

Le tableau ci-dessus ne donne aucun renseignement sur l'Australie du Sud, mais la production en or de cette colonie est trop faible pour affecter les résultats généraux qui montrent, en somme, que si l'Australie a su maintenir, pendant le premier semestre de 1900, l'intensité de sa production en or, celle-ci ne semble pas devoir dépasser sensiblement les chiffres réalisés en 1899.

---

### Distinctions honorifiques.

Dans les dernières promotions ou nominations qui viennent d'être faites dans l'ordre de la Légion d'honneur, nous relevons les noms suivants :

*Au grade d'officier :*

MM. Guasco, Inspecteur principal chargé du personnel au secrétariat de l'Exposition; — Reumaux, Ingénieur civil des Mines, agent général de la Société des mines de Lens.

*Au grade de chevalier :*

MM. Chaumelin, chef d'exploitation de la Compagnie du Canal de Suez; — Dal-Piaz, Secrétaire général de la Compagnie Générale Transatlantique; — David, Directeur commercial de la Maison Delaunay-Belleville; — Doistau, distillateur; — Farcot (Paul) Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur de machines à vapeur; — Kessler, Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur à Argenteuil; — Lambert, Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur de machines à imprimer; — Laurent (Albert), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef des ateliers de la Compagnie des Chemins de fer du Midi; — Leblanc (Maurice), Ingénieur électricien; — Manaut, Ingénieur des Arts et Manufactures, Directeur de la Société générale des Industries économiques; — Marre (Ch.), Ingénieur (machines-outils); — Quéru, Directeur des Usines Waddington (filatures et tissages de coton); — Richemond (Pierre), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur-délégué de la Société des Anciens Établissements Weyher et Richemond; — Simon (Édouard), membre du Conseil et censeur de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale.

---

### Varia.

**Nominations.** — Les élèves de l'École Polytechnique dont les noms suivent sont nommés :

*Élèves-Ingénieurs au corps des Ponts et Chaussées :* MM. Martinet, Hardel, Gassier, Huet, Montigny, Delmotte, Bouché, Bourgeois, Millot, Marlio.

*Élèves-Ingénieurs au corps des Mines :* MM. Macaux, de Schlumberger, Nicou, Morette.

— MM. Claveille et Radet, conducteurs des Ponts et Chaussées, ont été nommés Ingénieurs des Ponts et Chaussées.

— M. Chandèze, directeur au Ministère du Commerce et de l'Industrie, est nommé, pour une période de 8 ans, directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, en remplacement de M. le colonel Laussedat, dont la démission est acceptée.

M. Léon Masson, Ingénieur des Arts et Manufactures, sous-directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, est nommé directeur du Laboratoire d'essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines au Conservatoire des Arts et Métiers.

*Le Gérant :* H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 25. **N° 958.** Samedi 20 Octobre 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Les nouveaux ascenseurs hydrauliques de la Tour de 300 mètres (*planche XXXV*), p. 441; Ch. Dantin. — **Chimie industrielle** : L'Aluminothermie. Nouveau procédé de préparation de métaux purs et d'obtention de températures très élevées, p. 444; Léon Guillet. — **Exposition de 1900** : Participation des puissances étrangères. États-Unis et Grande-Bretagne, p. 448; Poitevin de Veyrière. — **Chemins de fer** : Les chemins de fer russes en Perse, p. 450. — **Congrès** : Congrès d'Électricité (*suite et fin*), p. 451. — **Législation** : Réglementation du travail des étrangers en France, p. 452; Louis Rachou. — **Variétés** : Appareil de lubrification multiple automatique à écoulement visible du lubrifiant, p. 454; — Le chemin de fer électrique de Pékin-Ma-chia-pu et la station de force de Pékin, p. 454; — Nouvelle riveuse électrique, p. 455; — Machine à vapeur verticale, système Sulzer, p. 456; — Nouvelle garniture de tige de piston hydraulique, p. 457. — *Correspondance* : Imperfections des cycles des moteurs thermiques, p. 457; Jules Deschamps et O. Duperron.

Sociétés savantes et industrielles. — Société des Ingénieurs civils (5 octobre 1900), p. 458; — Académie des Sciences (8 octobre 1900), p. 458. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 458; — Ouvrages récemment parus, p. 460.

*Planche XXXV* : Les nouveaux ascenseurs hydrauliques de la Tour de 300 mètres.

## MÉCANIQUE

### LES NOUVEAUX ASCENSEURS HYDRAULIQUES de la Tour de 300 mètres.

*(Planche XXXV.)*

La Tour de 300 mètres avait été pourvue, lors de sa construction, en 1889, de cinq ascenseurs. Deux d'entre eux, du système Roux et Combaluzier, faisaient le service entre le sol et le premier étage ; deux autres, du système Otis, montaient jusqu'au deuxième étage ; le cinquième, du système Edoux, reliait enfin le deuxième étage au troisième. Ces installations permettaient d'obtenir, au maximum, 23 000 ascensions par jour au premier étage, 9 000 au deuxième et 4 800 au troisième.

En vue de l'Exposition de 1900, et en prévision d'un accroissement notable du nombre des visiteurs, l'administration de la Tour a cru devoir augmenter la capacité de transport des ascenseurs, et elle a procédé à une transformation complète des installations primitives.

Tandis qu'au pilier Sud l'ascenseur était supprimé et remplacé par un large escalier permettant d'accéder jusqu'au deuxième étage, l'ascenseur Otis du pilier Nord a été transformé, de façon à s'arrêter au premier étage et à pouvoir effectuer à l'heure 14 voyages au lieu de 12 et à transporter chaque fois 80 visiteurs au lieu de 42. De plus, l'ascenseur vertical Edoux, qui va de la deuxième à la troisième plate-forme, a été pourvu d'une impériale découverte, de façon à transporter commodément 80 voyageurs par voyage au lieu de 60.

Enfin, aux piliers Est et Ouest, deux ascenseurs hydrauliques entièrement nouveaux ont été installés, dont la construction a été confiée à la Compagnie de Fives-Lille et qui, faisant le service du premier et du second étage, sont actuellement en mesure de transporter chacun, en 10 heures, 8 000 voyageurs au second étage, à raison de 8 voyages à l'heure et 100 personnes par voyage.

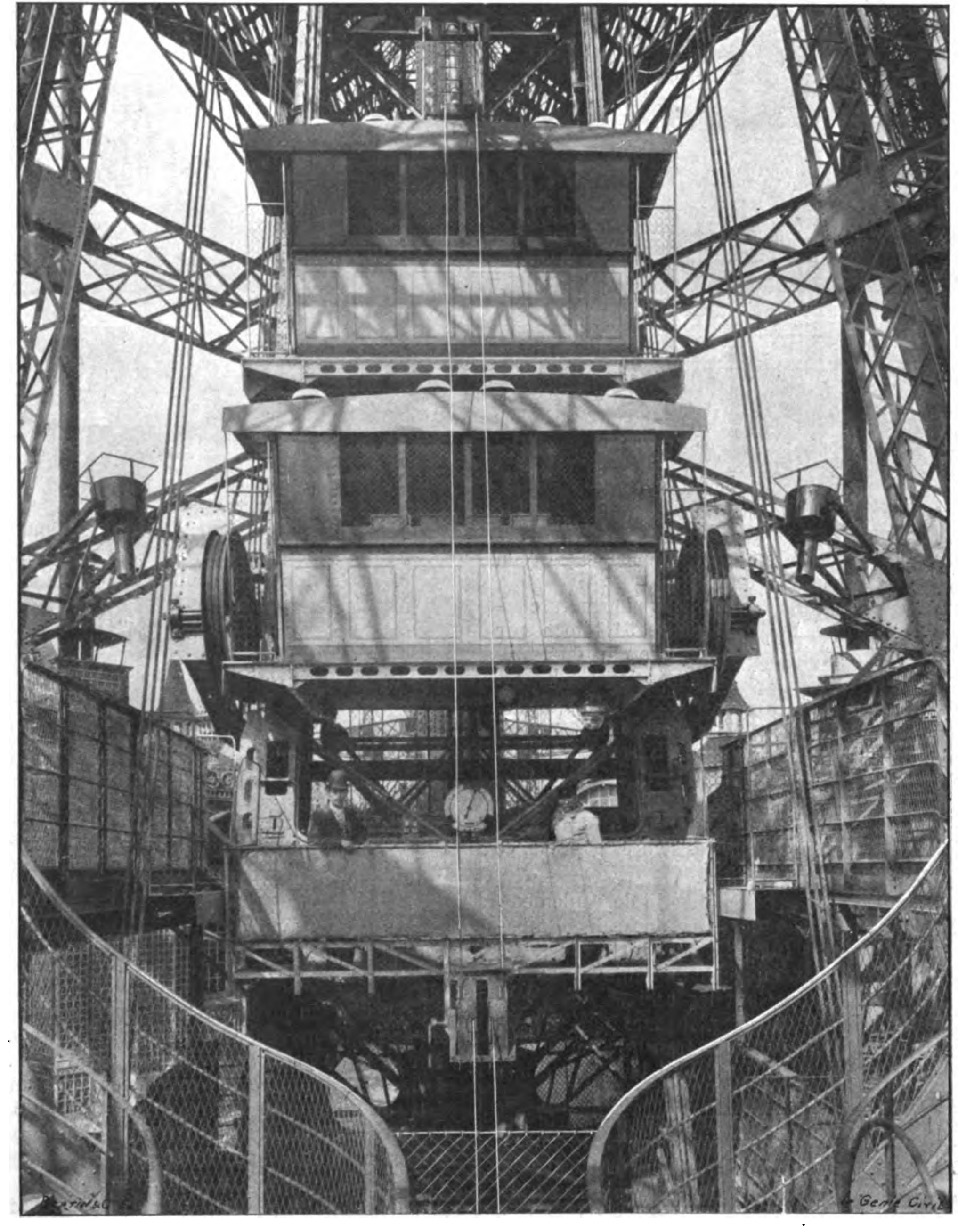


Fig. 1. — Les nouveaux ascenseurs hydrauliques de la Tour de 300 mètres : Vue d'ensemble d'un véhicule.

De plus, on a procédé dans la salle des machines placée dans le pilier Sud, à l'aménagement de tout un matériel nouveau de chaudières, machines à vapeur, pompes et moteurs électriques, formant un ensemble de près de 1 500 chevaux de puissance.

Il nous paraît intéressant de signaler quelques particularités de construction des nouveaux ascenseurs construits par la Compagnie de Fives-Lille.

Conditions d'établissement des nouveaux ascenseurs. — Les deux nouveaux ascenseurs de la Tour de 300 mètres, établis dans les piliers Est et Ouest, devaient desservir la première et la deuxième plate-forme et transporter, sur ce parcours de 128 mètres, 100 voyageurs par ascension.

La durée du voyage, aller et retour, non compris les arrêts, est de deux à trois minutes.

Les conditions générales d'établissement de chaque

ascenseur, en partant de ces données, peuvent être résumées comme suit :

| | | |
|---|---|---|
| Nombre de voyageurs à élever à chaque ascension, du sol au second étage | | 100 |
| Poids correspondant aux voyageurs | kilogr. | 7 000 |
| Poids du véhicule vide | | 9 500 |
| Vitesse maximum de marche du véhicule à vide ou en charge | mètres par seconde. | 2,50 |

Le poids d'un véhicule en charge étant approximativement évalué à 16 500 kilogr., le travail utile absorbé en pleine marche pour l'élever en 60 secondes à une hauteur de 114 mètres (différence de niveau entre le rez-de-chaussée et le second étage) était de 420 chevaux environ. En répartissant ce travail sur une durée minimum de 6 minutes pour le voyage aller et retour, arrêts compris, on réduisait à 70 chevaux le travail moyen qui devait être fourni par la pompe d'alimentation des accumulateurs. Une certaine économie de travail pouvait être réalisée en en récupérant une partie à la descente de l'ascenseur.

On a réalisé l'économie de force recherchée en combinant à chaque ascenseur (fig. 1 à 3, pl. XXXV) deux accumulateurs hydrauliques accouplés, à haute pression, et un accumulateur à basse pression d'une capacité au moins égale. Lors de la montée de l'ascenseur, les appareils funiculaires qui en provoquent le mouvement sont alimentés par les accumulateurs à haute pression. A la descente, ces appareils refoulent au contraire l'eau dans le troisième accumulateur, d'où des pompes d'alimentation, système Worthington, la reprennent, n'ayant à vaincre comme hauteur de refoulement que la différence de pression existant entre les deux types d'accumulateurs.

Les deux accumulateurs à haute pression, à pistons plongeurs, contiennent ensemble 4 230 litres d'eau, à la pression de 54 kilogr. par centimètre carré. Le travail total ainsi accumulé est de plus de 2 millions de kilogrammètres. L'accumulateur à basse pression (18 kilogr. par centimètre carré) a une capacité de 5 250 litres.

L'économie de travail résultant de la récupération à la descente répartie sur le temps total est d'environ 10 chevaux. En effet, la différence des pressions des accumulateurs étant de $54 - 18 = 36$ kilogr., la force motrice moyenne nécessaire est réduite à $\frac{70 + 36}{54} = 46$ chevaux, travail auquel il faut ajouter toutes les résistances passives, ce qui l'accroît de 15 chevaux environ.

Le véhicule est mis en mouvement sur son chemin de roulement, établi sur le pilier de la tour, au moyen de deux appareils funiculaires couplés de grandes dimensions (fig. 2 à 5 du texte et fig. 1 à 3 et 7 à 10, pl. XXXV), dont les câbles, en acier de haute résistance, sont attelés sur le châssis métallique portant les cabines des voyageurs. Les deux appareils funiculaires ont des plongeurs de 400 millimètres de diamètre et de 16m 750 de course; la transmission de leur mouvement au véhicule comporte un mouflage à huit brins des câbles de suspension.

Le véhicule, aménagé pour recevoir 100 voyageurs, comporte des mécanismes de redressement des cabines et des organes de sûreté. Divers appareils de manœuvre y sont placés permettant d'effectuer la distribution de l'eau et de régler la vitesse de marche suivant les besoins du service.

Accumulateurs. — Les accumulateurs sont du type Armstrong; leur intérêt réside principalement dans leurs dimensions exceptionnelles.

Le piston plongeur de chacun de ces accumulateurs est disposé de façon à venir, à chaque fin de course descendante, obturer partiellement et progressivement l'orifice d'arrivée et de départ de l'eau sous pression. On peut ainsi réduire suffisamment la vitesse de descente du plongeur et éviter des chocs sur le sommier en bois qui supporte la partie mobile.

Les dimensions principales des accumulateurs (fig. 1 à 3, pl. XXXV) sont les suivantes :

| | | Haute pression. | Basse pression. |
|---|---|---|---|
| Diamètre du piston plongeur | mètres. | 0,700 | 1,100 |
| Course du piston plongeur | — | 5,500 | 5,500 |
| Diamètre intérieur du corps de cylindre | — | 0,730 | 1,160 |
| Épaisseur du piston | — | 0,055 | 0,040 |
| — du corps de cylindre | — | 0,090 | 0,045 |
| Longueur totale du piston | — | 7,985 | 8,085 |
| Diamètre de la caisse de charge en tôlerie | — | 3,498 | 3,500 |
| Pression par centimètre carré de la surface du piston | kilogr. | 54 | 18 |
| Poids total de la partie mobile | — | 208 000 | 171 000 |

Appareils funiculaires. — Les deux appareils funiculaires accouplés, qui mettent en mouvement chaque véhicule, sur un parcours de 128 mètres, sous l'action de l'eau sous pression fournie par les accumulateurs, sont constitués chacun par la combinaison d'une presse,

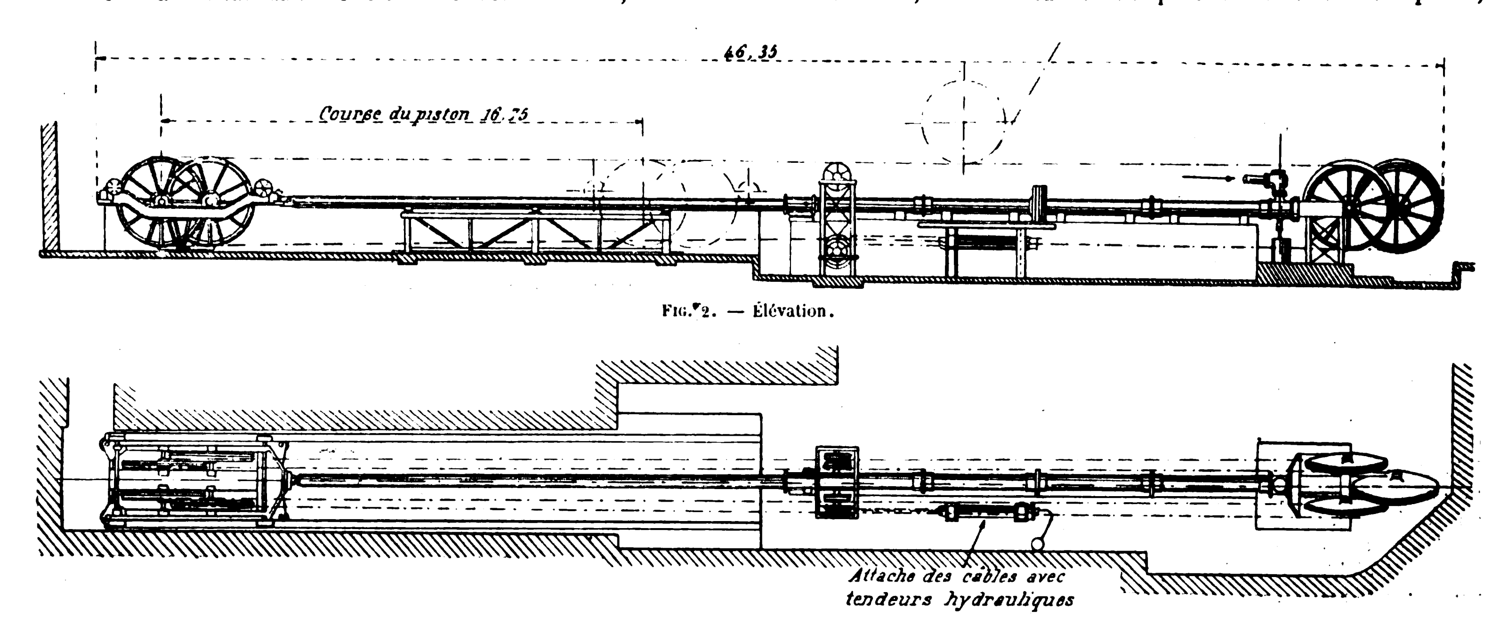
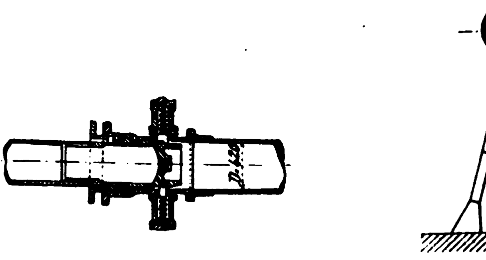



Fig. 2. — Élévation.

Fig. 3. — Plan.

Fig. 2 et 3. — Disposition générale d'une presse motrice.

dont le piston peut parcourir 16m 75, et d'un mouflage à huit brins (fig. 2 à 5 du texte et fig. 7 à 10, pl. XXXV). Il a paru avantageux, pour diminuer les frottements, d'adopter un faible mouflage et une



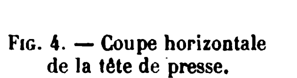


Fig. 4. — Coupe horizontale de la tête de presse.

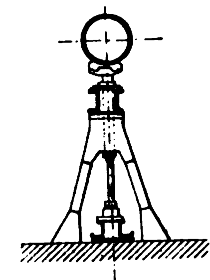


Fig. 5. — Support du piston de la presse.

longue course du piston moteur; pour la même raison, le diamètre des poulies de mouflage a été porté à 3 mètres.

Par suite du poids de la tête du piston pourvu de ses poulies mobiles (fig. 6), soit environ 15 tonnes, on a été amené à la monter par galets sur un chemin de roulement (fig. 7 et 8, pl. XXXV); de plus, afin d'éviter les flexions du corps du piston, on a disposé au-dessous trois mains d'appui, garnies de gaïac et montées sur des tiges filetées permettant d'en régler la position avec précision (fig. 5).

La flexion de ce piston moteur, par l'effet de la pression de l'eau est d'ailleurs évitée par suite du mode de construction de cet organe. Le piston en tôle d'acier soudée, de 20 millimètres d'épaisseur, a un diamètre extérieur de 400 millimètres, mais il est creux (fig. 4 et 5

du texte et fig. 8, pl. XXXV), de telle sorte que l'eau sous pression peut exercer la plus grande partie de son effort moteur directement sur le chariot mobile placé à l'extrémité libre du piston. Cet effort est au maximum de 55 tonnes, tandis que la pression s'exerçant sur la surface annulaire de la partie de piston engagée dans le corps de presse ne dépasse pas 13 tonnes.

Le cylindre de presse (fig. 4 et 7 du texte, et fig. 10, pl. XXXV) est construit en tôle d'acier soudée de 20 millimètres d'épaisseur; il comporte trois tronçons assemblés à brides. Son diamètre intérieur est de $0^{m}420$, laissant un jeu de 10 millimètres autour du piston. Entre les brides d'assemblage des trois tronçons de ce cylindre, sont placées des lunettes en bronze qui servent au guidage du piston plongeur. De plus (fig. 4), dans la tête de presse sont disposés des verrous limitant la course du piston.

Fig. 6. — Vue d'une presse motrice, vers la tête du piston, avec le chariot mobile du mouflage.

Les câbles en acier actionnant le véhicule sont au nombre de six, dont trois pour chaque presse. Ils ont supporté chacun, aux essais de rupture, des charges de 40 tonnes. Leur résistance totale, soit plus de 240 tonnes, est égale à quatorze fois environ la charge totale à élever. Un certain nombre de dispositions spéciales, comportant, notamment, l'emploi de petites presses hydrauliques supplémentaires pour l'attache des extrémités des mouflages, permettent de faire toujours concorder l'action sur le véhicule des deux presses accouplées.

Les poulies, à trois gorges indépendantes, sont en acier (fig. 6 du texte, et fig. 7 à 10, pl. XXXV); l'une des gorges latérales a son moyeu claveté sur l'arbre; les moyeux des deux autres gorges sont fous sur ce même arbre. On obtient ainsi l'indépendance absolue des trois gorges et, par suite, des trois câbles.

Fig. 7. — Vue d'une presse motrice, vers la culasse.

Véhicule. — Le véhicule comporte essentiellement (fig. 4 à 6, pl. XXXV, et fig. 1 du texte) deux cabines superposées pouvant recevoir chacune 50 voyageurs. Les parois et la toiture sont en tôle et en profilés d'alliage d'aluminium; les planchers, en acier et bois, sont articulés sur le châssis de manière à conserver très approximativement l'horizontalité sur toute la longueur du parcours, quoique l'inclinaison des rails varie.

Ces deux cabines (fig. 4 et 6, pl. XXXV) sont articulées sur un châssis, en tôlerie d'acier emboutie et ajourée, formé par deux longerons entretoisés à leurs extrémités par des poutres à treillis et au milieu par des tubes en acier servant d'axes d'articulation aux cabines.

A cet ensemble est combiné un mécanisme de redressement (fig. 6, pl. XXXV) comprenant un secteur à vis sans fin, placé au milieu de l'entretoise inférieure du châssis et transmettant aux deux cabines, au moyen de bielles, les mouvements qu'il reçoit d'un pignon denté monté sur le véhicule et engrenant avec une crémaillère de redressement. Celle-ci est fixée à la Tour, parallèlement à la voie de roulement.

Le poste de manœuvre du conducteur est placé à la partie inférieure du véhicule.

L'ensemble du véhicule, y compris tous les accessoires, pèse 9 500 kilogrammes.

Le véhicule est pourvu d'organes de sécurité assurant le fonctionnement automatique d'un parachute dès que la vitesse dépasse $3^{m}60$ à la seconde, pour une cause quelconque, ou dans le cas où l'un des câbles de traction se détendrait ou se romprait.

Ce parachute (fig. 5, pl. XXXV), qui peut également être mis en action par le conducteur, au moyen d'un levier, comporte quatre freins hydrauliques jumelés de $0^{m}100$ de diamètre et $2^{m}500$ de course, analogues à ceux employés pour amortir le recul des canons. Les cylindres de ces freins sont fixés aux longerons du châssis, et leurs pistons plongeurs, montés à glissières sur les âmes des longerons, portent à leur extrémité inférieure des griffes mobiles articulées. Celles-ci, accouplées entre elles par un arbre qui assure la simultanéité de leur action, sont destinées à s'engager dans la denture des crémaillères de sûreté établies sur les voies de roulement.

Lors du fonctionnement du parachute, l'eau contenue dans les cylindres est refoulée par les pistons plongeurs dans un réservoir placé dans la partie haute de l'entretoise supérieure du châssis.

Les freins hydrauliques sont également susceptibles, en cas de fonctionnement du parachute, d'être utilisés pour amener lentement le véhicule à la station la plus voisine du point où il est arrêté. Il suffit de raccorder le véhicule à des canalisations d'eau sous pression installées tout le long du parcours et, par la simple manœuvre d'un robinet, de réarmer les freins; le véhicule peut ainsi progresser par courses successives de $2^{m}50$.

Au cours des essais du parachute, le véhicule, chargé de 7 tonnes de sable, s'est accroché automatiquement aux voies de roulement à environ 8 mètres au-dessous du deuxième étage, au niveau duquel on s'était placé pour le laisser tomber.

Appareils de distribution et de régularisation. — Le conducteur placé au poste de manœuvre, au-dessous du véhicule, commande les appareils de distribution au moyen d'un câble souple en acier. Ce câble est attelé, d'une part, aux mécanismes actionnant ces appareils au bas de la Tour et suspendu, d'autre part, au deuxième étage sur des poulies de renvoi munies d'un tendeur à contrepoids. Ce câble actionne, par l'intermédiaire de servo-moteurs hydrauliques, deux soupapes équilibrées partiellement, dont l'une, celle de montée, admet l'eau des accumulateurs à haute pression dans les presses funiculaires motrices, et l'autre, celle de descente, règle l'évacuation de ces presses

dans l'accumulateur à basse pression dans lequel se fait la récupération.

La distribution (fig. 8) comporte, en outre, deux régulateurs de vitesse qui sont mis en action de deux façons, automatiquement, soit pour régler la vitesse du véhicule pendant la pleine marche, quel que soit son chargement, soit pour en ralentir l'allure aux approches des stations.

Enfin, un mécanicien, placé en permanence au pied de la Tour, a sous les yeux un indicateur de la position du véhicule sur la voie. Il peut ainsi e1 surveiller la marche et, s'il est nécessaire, provoquer,

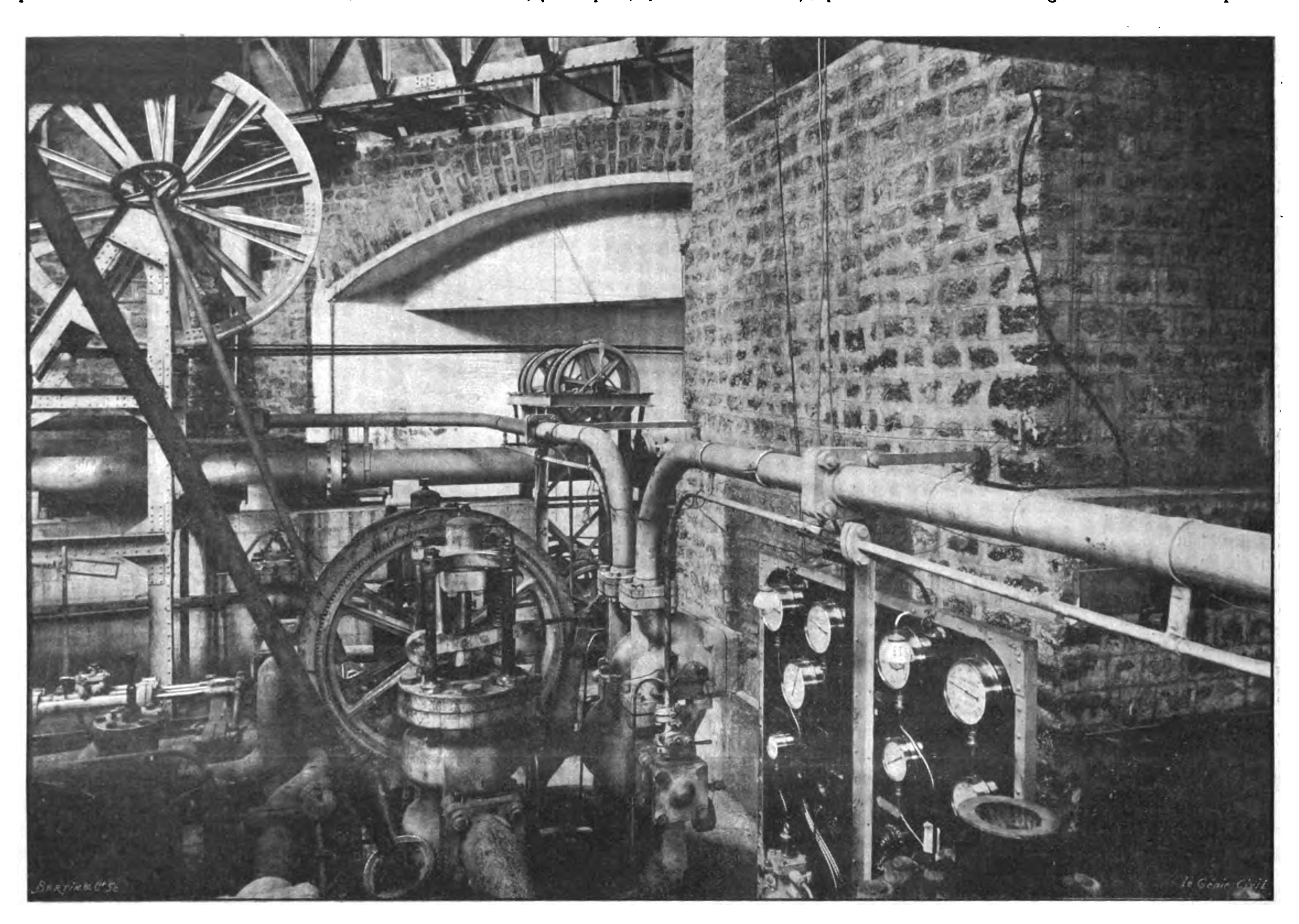


FIG. 8. — Vue d'ensemble de la distribution, au pied d'un ascenseur.

par la fermeture des soupapes, l'arrêt du véhicule en un point quelconque de sa course, sans l'intervention du conducteur.

Le montage sur place de ces deux ascenseurs, qui présentait, pour certaines parties, de grandes difficultés par les conditions périlleuses de son exécution, a été réalisé par le personnel de la Société de la Tour Eiffel, sous la direction de son chef technique, M. Milon; tout ce personnel avait d'ailleurs participé, avant 1889, à la construction même de l'édifice.

L'ensemble des dépenses occasionnées par cette transformation des ascenseurs s'est élevé à 1 million environ. Ces installations, permettant un service accéléré, sont en mesure de procurer une majoration de recette de 60 % pendant les moments de grande affluence du public.

Les études, la construction et le montage du nouveau matériel avaient été confiés à la Compagnie de Fives-Lille, et ont été exécutés sous la haute direction de MM. Bassères, Ingénieur en chef (1), et Ribourt, Ingénieur de cette Compagnie.

Ch. DANTIN.

---

## CHIMIE INDUSTRIELLE

### L'ALUMINOTHERMIE

**Nouveau procédé de préparation de métaux purs et d'obtention de températures très élevées.**

Les nouvelles méthodes industrielles, que nous nous proposons de décrire et qui ont été englobées sous la dénomination unique d'*aluminothermie* ou de *thermoindustrie* ont trait :

1° A l'obtention de températures très élevées au moyen de l'aluminium ;
2° A la production, à l'état pur, d'un grand nombre de métaux.

Ces méthodes sont appelées, croyons-nous, à un très grand avenir; basées sur un principe connu depuis fort longtemps, elles ont reçu une véritable consécration par la découverte du docteur Goldschmidt, qui est parvenu à transporter une réaction de laboratoire dans la grande industrie.

Nous nous proposons de donner d'abord le principe de la méthode, d'analyser ensuite ce qui avait déjà été fait à ce sujet, puis de décrire la découverte du docteur Goldschmidt et d'en montrer, enfin, les importantes conséquences industrielles.

PRINCIPE DE L'ALUMINOTHERMIE. — Le point de départ de l'aluminothermie se trouve dans le principe du travail maximum, établi par M. Berthelot. On sait qu'une réaction chimique est, en général, possible, lorsque la quantité de chaleur chimique provenant de cette réaction est positive.

Or, considérons les chaleurs de combinaison des divers métaux avec un atome d'oxygène, c'est-à-dire avec 16 grammes de ce gaz. Le tableau suivant indique ces chaleurs de combinaison, d'après une étude de M. Matignon, maître de conférences en Sorbonne (2).

*Chaleur de combinaison des principaux métaux avec 1 atome d'oxygène.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Magnésium | 145,5 calories | Cadmium | 66,3 calories |
| Lithium | 145,0 — | Fer | 65,9 — |
| Calcium | 145,0 — | Tungstène | 65,7 — |
| Strontium | 131,2(?) — | Cobalt | 64,5 — |
| Aluminium | 131,2 — | Nickel | 61,5 — |
| Sodium | 100,9 — | Plomb (PbO) | 50,8 — |
| Potassium | 98,2 — | Bismuth | 46,4 — |
| Silicium | 90,9 — | Thallium | 42,8 — |
| Bore | 90,9 — | Cuivre ($Cu^2O$) | 43,8 — |
| Manganèse | 90,0 — | Mercure | 21,5 — |
| Zinc | 84,8 — | Argent | 7,0 — |
| Étain (SnO) | 70,7 — | | |

(1) M. BASSÈRES a présenté au Congrès international de Mécanique appliquée une très intéressante étude sur : « Quelques appareils de levage construits par la Compagnie de Fives-Lille », étude à laquelle sont empruntés la plupart des renseignements contenus dans cette notice.

(2) *La métallurgie à base d'aluminium et la production de hautes températures*, par M. MATIGNON. *Moniteur Scientifique*, juin 1900.

D'après ce tableau et le principe du travail maximum, l'aluminium devra réduire les oxydes des métaux qui le suivent dans l'énumération précédente. Cette réduction aura lieu avec une facilité d'autant plus grande que la différence des chaleurs de combinaison de l'aluminium et de l'autre métal en jeu, avec l'oxygène, sera plus grande.

En un mot, la thermochimie nous fait prévoir des réactions telles que :

$$2Al + Fe^2O^3 = Al^2O^3 + 2Fe + (131,2 - 65,9 =) \text{ 65,3 calories,}$$
$$2Al + 3NiO = Al^2O^3 + 3Ni + (131,2 - 61,5 =) \text{ 69,7 calories.}$$

Historique. — Le rôle réducteur de l'aluminium est connu depuis fort longtemps; Henri Sainte-Claire-Deville et Wöhler l'établirent parfaitement. MM. Tessier, élèves de Deville, montrèrent la réduction des oxydes de cuivre et de plomb par l'aluminium. Enfin les recherches de Deville et Wöhler sur l'action de l'aluminium sur les acides boriques et siliciques, qui aboutirent à la préparation du silicium et de borures et de borocarbures d'aluminium, étaient également basées sur ce pouvoir réducteur.

Plus récemment, il faut citer les expériences de MM. Green et Wahl, de Philadelphie, qui parvinrent à préparer le manganèse pur, par réduction du protoxyde de manganèse : $2Al + 3MnO = Al^2O^3 + 3Mn$.

M. Moissan montra également, en 1896, qu'un mélange de poudre d'aluminium et d'acide vanadique, projeté sur de l'aluminium en fusion, prend feu en donnant du vanadium qui s'allie à l'aluminium :

$$3V^2O^5 + 10Al = 5Al^2O^3 + 6V.$$

Il arriva aussi à produire la même réaction avec les oxydes de nickel, chrome, titane, tungstène et uranium.

En 1896, également, M. Hélouis prépara des alliages aluminium-vanadium, en mettant de l'acide vanadique en présence d'aluminium fondu.

M. Franck a appliqué également la réduction par l'aluminium à un grand nombre d'oxydes. Enfin, ce rôle réducteur de l'aluminium est utilisé pour la coulée de divers alliages, afin d'éviter les phénomènes d'oxydation.

Découverte du docteur Goldschmidt. — La découverte du docteur Goldschmidt porte sur la manière dont on produit la réaction, manière extrêmement simple et fort avantageuse, puisqu'elle permet de rendre l'opération, en quelque sorte, continue, et d'utiliser la chaleur dégagée au commencement de la réaction pour produire la réaction elle-même.

M. Goldschmidt établit que, lorsque l'on mélange de l'aluminium en grains ou en poudre avec un oxyde métallique, tel que $Fe^2O^3$, en proportions convenables, et que l'on arrive à amorcer la réaction en un point de la masse, elle se propage rapidement. Le point délicat était d'arriver à un amorçage facile de la réaction.

On opéra d'abord sur un mélange d'oxyde de chrome et d'aluminium et on essaya de produire, en un point donné, une température élevée par un jet de flamme. Après plusieurs tâtonnements, l'expérience réussit; la réaction se propagea très facilement, à partir du point d'inflammation.

L'auteur chercha alors un moyen plus simple pour mettre la réaction en train. Pour cela, il utilisa la réaction donnée par un mélange de poudre d'aluminium et d'un oxyde susceptible de dégager son oxygène beaucoup plus facilement que les oxydes métalliques ordinaires. Les peroxydes étaient tout indiqués; M. Goldschmidt créa alors la cartouche d'allumage, petite boule composée de poudre d'aluminium et de poudre de bioxyde de baryum, auxquelles on ajoutait un agglutinant. On plaçait cette amorce à la surface du mélange, on y enfonçait un fil de magnésium; le feu, mis à ce fil, se communiquait à la masse et la réaction se propageait. On avait entre l'aluminium et le bioxyde de baryum la réaction :

$$4Al + 3BaO^2 = 2Al^2O^3 + 3Ba.$$

Tel est le principe même de la découverte du docteur Goldschmidt.

**Production de métaux à l'état de pureté.** — Description d'une expérience. — Pour bien faire comprendre le mode d'application de la méthode, nous allons décrire une expérience dans ses moindres détails.

Proposons-nous l'obtention du chrome, en partant du sesquioxyde de chrome.

Quatre opérations sont nécessaires :

1° La préparation du mélange;
2° La préparation de la poudre d'allumage;
3° La préparation du creuset;
4° L'opération elle-même.

*Préparation du mélange.* — Nous devons opérer le mélange de sesquioxyde de chrome et d'aluminium.

La première précaution à prendre sera d'éviter autant que possible, la présence de corps volatils ou décomposables à la température énorme de la réaction. Il faudra donc dessécher le sesquioxyde de chrome et s'assurer (dans un tube à essais, par exemple) qu'il ne contient plus trace d'eau.

Il faut également déterminer l'espèce d'aluminium que l'on veut adopter. En laissant de côté sa pureté, qui doit être aussi grande que possible, on peut utiliser : 1° la poudre d'aluminium impalpable; 2° l'aluminium en grains; 3° l'aluminium en sciure.

La première sorte d'aluminium présente un grave inconvénient : ce sont les impuretés. En effet, d'après les échantillons que nous avons pu nous procurer pour des recherches personnelles, nous avons constaté que ces poudres impalpables entraînent, d'après leur préparation même, des matières grasses, en dehors de toutes impuretés inhérentes à l'aluminium initial.

Si l'on emploie un tel aluminium, on peut être certain que l'on aura des explosions nuisibles à la propagation de la réaction et surtout à l'homogénéité de la masse. De plus, on pourrait aller au-devant de l'obtention d'une fonte du métal, et non du métal pur, par suite du carbone des matières organiques. Si l'on désire se servir de cette poudre, que l'on trouve aisément dans le commerce, il faut donc, avant tout, la débarrasser des matières grasses, par des lavages soignés à l'essence de pétrole.

Il est, en général, préférable d'employer les grains ou la sciure d'aluminium; le choix n'est pas indifférent; seule, l'expérience peut donner quelque certitude à ce sujet. Toutefois, nous ferons remarquer que fort souvent le grain et la sciure ne donnent pas le même résultat. Il est donc de toute nécessité, lorsque l'on veut se rendre compte d'une réaction, d'employer toujours l'aluminium sous la même forme. Avec l'oxyde de chrome, le grain de dimension moyenne réussit parfaitement.

Déterminons maintenant les quantités de corps en présence. En général, les quantités théoriques donnent de très bons résultats; mais, suivant la qualité et l'espèce d'aluminium employé, il faut parfois une quantité un peu inférieure ou supérieure à celle donnée par l'équation. La réaction étant : $Cr^2O^3 + Al^2 = Al^2O^3 + 2Cr$, et les poids atomiques $Cr = 52,4$; $Al = 27,5$; $O = 16$, nous en déduisons que nous devons mettre en présence 152,8 parties de sesquioxyde de chrome et 55 parties d'aluminium.

Nous prendrons, par exemple, 15 kg 528 de $Cr^2O^3$ et 5 kg 500 d'aluminium, et nous en ferons le mélange aussi intime que possible. Nous aurons ainsi préparé la matière première principale de l'expérience.

*Préparation de la poudre d'allumage.* — Cette poudre, comme nous l'avons dit, est composée de bioxyde de baryum en poudre et d'aluminium en poudre. Il vaut mieux se servir de poudre d'aluminium impalpable, malgré ses impuretés; car il faut que l'intimité entre le peroxyde de baryum et l'aluminium soit aussi grande que possible.

Pesons 2 gr 5 de bioxyde pulvérisé et 0 gr 5 d'aluminium en poudre; plaçons les produits sur une feuille de papier et mélangeons-les avec une baguette de bois. Ces précautions sont absolument nécessaires, car nous avons un mélange très explosif et le moindre choc (que l'on ne saurait éviter dans un mortier ordinaire) est à redouter.

On a ainsi préparé la poudre d'allumage.

*Préparation du creuset.* — Pour faire l'opération, on se sert d'un creuset soit en terre, soit en plombagine. A notre avis, il est préférable de se servir de creusets de plombagine, qui résistent mieux que ceux en terre.

Il faut garnir ce creuset de magnésie, sans quoi l'on aurait des matières étrangères provenant du creuset. On aurait du silicium dans le cas de creusets en terre, lesquels contiennent des silicates d'alumine qui sont réduits par l'aluminium. On aurait du carbone dans le cas de creusets en plombagine.

Le garnissage en magnésie est une opération délicate. On fait, avec de la magnésie et de l'eau, une pâte que l'on applique sur les parois du creuset avec la main ou mieux avec une matrice, et on laisse sécher. Mais si l'on se sert de magnésie calcinée à basse température, on a un retrait considérable et le revêtement se fendille au séchage. Si l'on emploie de la magnésie calcinée à haute température, la prise est fort longue et le séchage se fait difficilement. En ajoutant à la magnésie fortement calcinée un peu de magnésie calcinée à basse température, on obtient un bon résultat. Nous nous sommes servi, à plusieurs reprises, d'un mélange contenant $^1/_6$ de magnésie calcinée à basse température que l'on humectait de 15 % de son poids d'eau; nous avons eu ainsi d'assez bons garnissages; mais parfois ils se détachent pendant la réaction.

La méthode indiquée par M. Schlœsing, qui consiste purement et simplement à comprimer à la presse hydraulique de la magnésie non humectée contre les parois du creuset, devrait donner de meilleurs résultats.

*Production du métal.* — Le creuset étant bien séché, on place du mélange préparé préalablement, jusqu'au quart environ du creuset. On verse ensuite, au centre de la surface, quelques grammes de poudre d'allumage, et l'on jette sur cette poudre une allumette enflammée. Il se produit immédiatement une très légère explosion; le mélange $BaO^2 + Al$ entre en réaction et communique le feu à toute la masse qui entre en fusion.

Dès que le bain apparaît liquide, on ajoute, à la pelle à main, du mélange $Cr^2O^3 + Al$ par petites portions, jusqu'à ce que l'on ait épuisé la matière préparée.

On laisse ensuite refroidir et, au bout de quelques heures, on brise le creuset. Si l'opération a été bien conduite, on trouve une matière qui se sépare aisément en deux parties : le culot et une partie tronconique occupant la partie supérieure du creuset. Le culot est constitué par le métal, le chrome dans l'exemple actuel ; et l'autre partie est formée d'alumine, de corindon ayant entraîné un peu de chrome. En général, cette séparation entre l'alumine et le métal est extrêmement nette.

On conçoit, d'ailleurs, comment on peut rendre l'opération continue avec deux trous de coulée, l'un à la partie inférieure, l'autre à une hauteur convenable dans la paroi du creuset, le premier servant à entraîner le métal, le second à enlever la scorie.

Dans la préparation du chrome, le corindon entraîne un peu de ce métal et est, de ce fait, coloré en rouge. Le docteur Goldschmidt a donné à cette alumine spéciale le nom de *corubis*.

Remarques générales. — On peut se demander si la généralité de la réaction existe bien, comme le fait prévoir la théorie.

D'après les nombreuses expériences qui ont été faites à ce sujet, on peut dire que la réaction a lieu dans toute la généralité qu'indique la thermochimie, c'est-à-dire que la réduction par l'aluminium des oxydes, dont la chaleur de formation est inférieure à l'alumine, se fait parfaitement. Mais l'opération n'est pas toujours facile à réaliser et la séparation des deux parties, métal et corindon, est loin d'être nette dans tous les cas. Pour que l'opération se fasse régulièrement, il est nécessaire, avant tout, que les corps mis en présence ou se formant dans la réaction, ne soient pas volatils, ou du moins le soient fort peu, à la température de la réaction.

Deux cas peuvent se produire : ou l'oxyde que l'on veut produire est volatil, tel est, par exemple, le cas de l'acide tungstique, de l'acide molybdique ; ou bien c'est le métal que l'on cherche à obtenir qui est volatil, tel est le cas du plomb, du zinc, etc. De toutes façons, le rendement ne sera pas bon. Il est juste, toutefois, d'ajouter, qu'avec des corps dont la volatilité n'est pas trop grande, l'opération marche assez régulièrement : la réduction de l'acide tungstique bien desséché est assez facile, quoique présentant quelque danger.

Quant à la séparation du métal de la scorie, elle n'a pas toujours lieu. Elle dépend beaucoup de l'espèce d'aluminium avec laquelle on a préparé le mélange ; elle dépend également des quantités employées, et enfin surtout du point de fusion du métal que l'on cherche à obtenir.

Nous avons déjà indiqué comment les résultats variaient avec l'aluminium employé. Les quantités mises en jeu ont également une très grande influence ; c'est ainsi que, lorsque l'on cherche à préparer le chrome, on n'obtient aucun culot métallique en agissant sur des quantités faibles, même de 1, 2 ou 3 kilogr. ; il se forme seulement des grains répandus dans toute la masse. Ce fait s'explique aisément : la chaleur produite par la réaction échauffe le récipient dans lequel on opère, et la chaleur, en quelque sorte canalisée, n'est pas utilisée à la fusion de la masse métallique.

Enfin le point de fusion du métal que l'on veut préparer a une importance considérable. Plus le métal fond facilement, mieux il se rassemble au fond du creuset. C'est ainsi que les expériences faites sur le tungstène, ou du moins celles connues, n'ont donné aucun résultat, lorsque l'on n'ajoute aucun artifice au procédé Goldschmidt. Il faut, avant tout, que la température de l'expérience soit suffisante pour amener le métal à l'état de fusion.

M. Stavenhagen a pu arriver à préparer des culots de tungstène et de molybdène, en projetant, dès que la réaction est terminée, sur l'alumine encore fondue, des feuilles d'aluminium et de l'oxygène liquide provenant de la distillation fractionnée de l'air liquide. Il se produit un phénomène de combustion extraordinairement vive, qui élève considérablement la température et permet d'atteindre les points de fusion du tungstène et du molybdène.

Évaluation de la température produite. — Le docteur Goldschmidt a évalué à environ 3 000° la température obtenue dans la préparation du chrome. Cette détermination a été faite au moyen du thermophone de Wiborgh.

M. Matignon a fait plusieurs essais avec la lunette pyrométrique de M. Le Châtelier ; mais il se forme à la surface des corps une couche d'alumine, qui empêche d'appliquer la formule établie par l'auteur de cette élégante méthode.

Qualités des métaux obtenus par le procédé Goldschmidt. — A l'heure actuelle, M. Goldschmidt, à Essen-sur-Ruhr, et la Société d'Électro-Chimie, à Saint-Michel-de-Maurienne (Haute-Savoie), préparent industriellement le chrome et le manganèse, dont le prix de revient élevé supporte parfaitement l'emploi de l'aluminium. Le manganèse étant légèrement volatil à la température de la réac ion, il s'ensuit quelques pertes dans sa préparation.

Il est un point extrêmement important à noter, c'est la pureté absolue des métaux préparés par le procédé que nous avons décrit, lorsque l'on part de matières premières pures. On trouve quelquefois des traces d'aluminium, mais il est facile de les éviter, avec quelque habitude. Il y a donc, à ce point de vue, un réel avantage sur le four électrique, qui ne donne que des fontes, c'est-à-dire des métaux carburés.

En employant le chrome pur ainsi préparé, on peut avoir des aciers au chrome beaucoup plus riches en ce métal que précédemment. En effet, on utilisait jusqu'ici du ferro-chrome, qui contenait au maximum 60 % de chrome et 8 à 12 % de carbone, et on ne pouvait ajouter à l'acier une trop forte quantité de ce ferro-chrome, qui aurait apporté une proportion relativement énorme de carbone.

Le manganèse pur pourra servir très avantageusement dans la préparation des aciers et, comme agent de désoxydation, dans la coulée des alliages, à la place du phosphore, du magnésium, etc.

Préparation des alliages. — La méthode Goldschmidt est également appliquée à la préparation des alliages.

On peut, en effet, obtenir par cette méthode la réduction simultanée de plusieurs oxydes. Si l'on veut obtenir un ferro-titane, on mélangera, d'une part, l'oxyde de fer et l'aluminium et, d'autre part, l'acide titanique et l'aluminium. Puis on fera un mélange en proportions convenables, suivant l'alliage que l'on se propose d'obtenir, des deux poudres ainsi préparées et l'on opérera comme il a été indiqué pour un seul oxyde. Si les proportions ont été bien choisies, on obtiendra un culot de ferro-titane exempt d'aluminium.

M. Goldschmit a préparé ainsi du ferro-titane à 40 % et à 25 %. Le premier ne peut être utilisé pour faire de nouveaux alliages, à cause de son point de fusion élevé, tandis que le second est avantageusement employé.

Quant aux alliages d'aluminium, ils peuvent être très aisément préparés par cette voie. En effet si l'on veut préparer un alliage aluminium-chrome, on préparera un mélange acide chromique-aluminium, contenant de l'aluminium en excès. Celui-ci s'alliera au chrome et on aura un culot d'alliage.

Il faut bien noter cependant que l'on ne peut préparer de cette façon que des alliages relativement peu riches en aluminium. On ne peut, en effet, ajouter au mélange un trop grand excès d'aluminium, sans risquer d'empêcher la propagation, voire même le début de la réaction. Cet excès d'aluminium est très variable avec l'oxyde employé.

Nous ferons remarquer, enfin, que le résidu de l'opération est du corindon. D'après des expériences faites à Essen-sur-Ruhr, ce produit serait beaucoup plus dur que le corindon naturel ; il raie l'émeri naturel et n'est pas entamé visiblement par les diamants employés pour la perforation. Cette augmentation de dureté pourrait provenir, comme l'a fait remarquer M. Goldschmidt, d'un peu d'oxyde de chrome ou de manganèse entraîné. Cette scorie est avantageusement utilisée pour la taille, l'aiguisage, etc.

Le corubis, provenant de la préparation du chrome, se présente en cristaux trop faibles, pour pouvoir être utilisés en joaillerie.

**Applications du procédé Goldschmidt, basées sur l'utilisation de la température élevée obtenue.** — Nous avons vu que, lorsque l'on fait réagir l'aluminium sur un oxyde, tel que $Fe^2O^3$, il y a production d'une température élevée.

M. Goldschmidt a donné un moyen ingénieux d'utiliser la chaleur produite, en vue du brasage ou de la soudure. A cet effet, il prépare un mélange d'oxyde de fer (minerai très bien pulvérisé) et de grains d'aluminium de petites dimensions et de forme régulière, qu'il prépare par un procédé spécial. Ce mélange constitue ce que l'auteur a nommé la *thermite*.

*Soudure des tuyaux.* — Supposons que l'on veuille faire une soudure de deux tuyaux ; voici comment on procède :

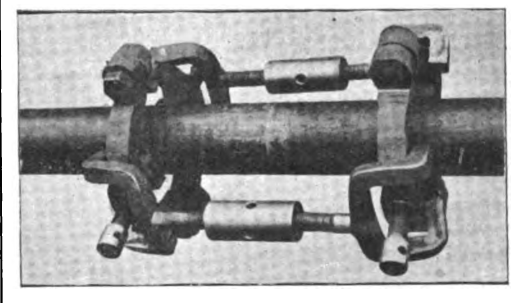


Fig. 1. — Les tuyaux à souder sont réunis par des tirants à vis.

On commence par bien nettoyer les deux surfaces à souder ; on réunit les tuyaux [1] par des tirants à vis (fig. 1), puis on place un moule en simple tôle entourant l'espace avoisinant la séparation des deux tuyaux (fig. 2), et l'on brasque ce moule avec du sable à mouler (fig. 3). Ceci étant fait, on place, dans

(1) Les clichés des figures 1, 2 et 3 nous ont été obligeamment prêtés par M. G. F. Jaubert, directeur de la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, dans laquelle a paru (numéro du 20 janvier 1900) le mémoire original du docteur Goldschmidt.

un creuset, un peu de thermite devant servir à l'opération, on l'enflamme par la poudre d'allumage et lorsque, par des additions successives, on a placé dans le creuset tout le mélange nécessaire à la réaction, on verse le liquide dans le moule.

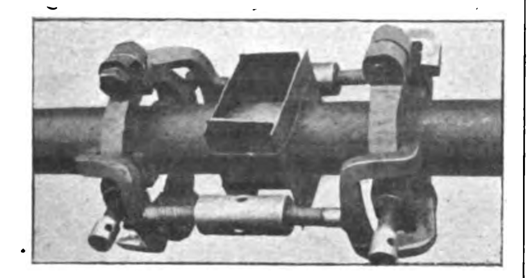


Fig. 2. — Le moule en tôle est adapté sur les tuyaux.

On voit d'abord couler le corindon liquide qui, au contact du métal froid, forme rapidement une mince couche solide. Cette couche de corindon va protéger le métal, de telle sorte que, lorsque l'on continue à verser le liquide et que le fer formé vient au contact des tuyaux, il ne peut pas le déformer.

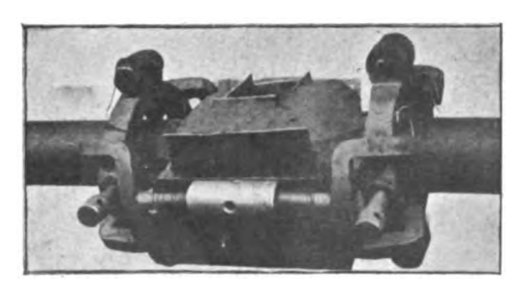


Fig. 3. — Le moule en tôle est brasqué avec du sable à mouler.

D'ailleurs le métal déplace le corindon non solidifié, plus léger que lui, et, lorsqu'après refroidissement on enlève la couche solide formée dans le moule, on trouve d'abord du corindon, puis le fer et enfin une couche très mince de corindon formée contre les tuyaux. En général, on détache très facilement la partie adhérente au métal.

Faisons remarquer, avec le docteur Goldschmidt, que l'on pourrait, à la rigueur, combiner la soudure d'un tube avec la production d'un métal, qui se retrouverait dans le moule même.

Il est nécessaire d'insister sur ce que le fer produit dans la réaction n'agit nullement pour former un joint quelconque; il n'y a absolument que la température produite qui intervienne.

Dans le cas de tuyaux verticaux, M. Goldschmidt emploie un moule formé de deux parties demi-circulaires se recouvrant d'environ 1 centimètre.

Dans une intéressante étude publiée par le *Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung* (1), M. Goldschmidt a indiqué les dimensions à donner aux moules, suivant le diamètre et l'épaisseur des tubes, et le poids de thermite à employer. Nous en extrayons les chiffres du tableau suivant, qui indiquent les variations du poids de thermite suivant le diamètre et l'épaisseur des tubes à souder.

| Diamètre intérieur du tube en pouces. | Épaisseur en millim. | Poids de thermite en kilogr. | Diamètre intérieur du tube en pouces. | Épaisseur en millim. | Poids de thermite en kilogr. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1/2 | 2,5 à 3 | 0,38 | 3 | 3 à 4,5 | 3,20 |
| | 3,5 à 4,5 | 0,45 | | 5 à 6 | 3,80 |
| | 5 à 6 | 0,60 | 4 | 3 à 4,5 | 4,20 |
| 1 | 2,5 à 3 | 0,70 | | 5 à 6 | 4,80 |
| | 3,5 à 4,5 | 0,85 | 5 | 3 à 4,5 | 5,00 |
| | 5 à 6 | 1,00 | | 5 à 6 | 6,00 |
| 2 | 2,5 à 3 | 1,30 | | | |
| | 3,5 à 4,5 | 1,60 | | | |
| | 5 à 6 | 1,90 | | | |

Les avantages que présente ce nouveau mode de soudure sont les suivants :

1° Il peut être appliqué, quelles que soient la position et la longueur des tuyaux; 2° il n'exige ni machine, ni appareils lourds; 3° il peut être employé par n'importe quel ouvrier; il n'en découle aucun entretien, même pour les fortes conduites, puisqu'il n'y a eu ni enveloppe, ni calfatage; 4° le prix de revient serait, d'après l'auteur, sensiblement inférieur à ceux de tous les autres systèmes.

Dans son mémoire, M. Goldschmidt dit que la soudure aluminothermique d'un tube de fer de 50 millimètres coûte 2 fr. 50 à 3 fr. 75, tandis qu'il est difficile d'avoir un bon joint à moins de 6 fr. 20 à 8 fr. 75.

*Soudure des rails.* — L'un des points les plus intéressants de cette nouvelle méthode réside dans la soudure des rails.

Le principe est toujours le même. On maintient les rails serrés au moyen de mâchoires et de tirants à vis; on enveloppe le profil d'un moule en tôle mince, s'adaptant bien (fig. 4) et soutenu extérieurement par du sable. On procède comme il a été indiqué pour les tuyaux; mais, quelques instants après la fin de l'opération, on produit un serrage au moyen de grandes clefs prenant les écrous qui terminent les tirants (fig. 5). Ce serrage a pour but de produire un contact parfait entre les extrémités des deux rails à souder, au moment où elles ont été amenées à l'état pâteux.

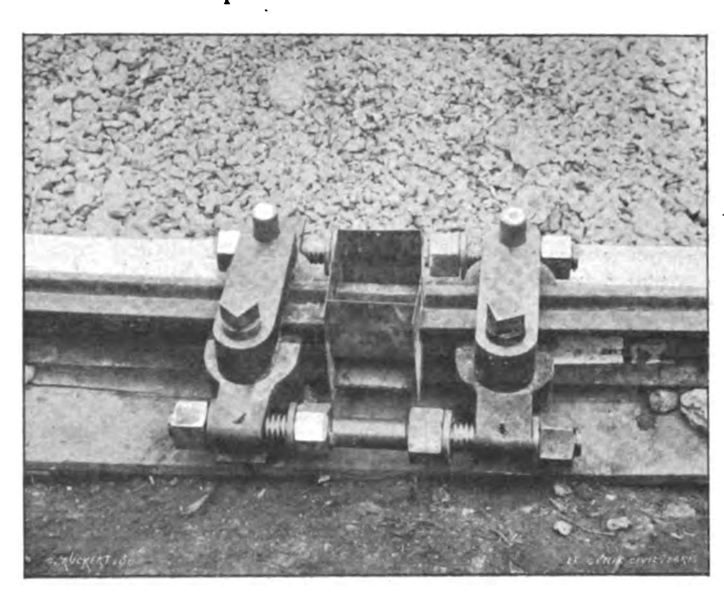


Fig. 4. — Vue montrant les rails à souder réunis par des tirants à vis et la ligne de soudure entourée d'un moule en tôle.

Lors des expériences qui ont été faites au laboratoire de l'usine de MM. de Dion et Bouton, par les représentants de M. Goldschmidt, nous avons pu nous rendre compte combien l'opération était prompte et facile. Une soudure, obtenue très rapidement, a été ensuite portée sous un marteau pilon; on avait soin de produire le choc sur la soudure; ce n'est qu'après un grand nombre de coups de marteau que le rail se brisa et encore la section se fit-elle en dehors de la soudure, excepté sur une très faible longueur de l'âme. En faisant scier un rail suivant la ligne de la soudure, on obtint une section absolument nette et homogène.



Fig. 5. — Vue montrant les ouvriers coulant le mélange fondu dans le moule adapté sur les rails à souder.

Depuis nous avons entrepris d'autres expériences sur des soudures plus compliquées, mais ces essais n'ont pas été poussés assez loin pour que nous puissions en donner de suite les résultats.

*Chauffage local.* — Une autre application très importante de la méthode Goldschmidt est le chauffage possible de pièces de métal en certains endroits, sans chauffer les parties environnantes. On peut ainsi effectuer un travail nécessitant un chauffage en un point déterminé.

La trempe et la détrempe locales peuvent également être produites par cette même méthode.

Enfin il faut envisager le cas du corroyage qui se fait aisément; mais il est nécessaire de chauffer au préalable la surface sur laquelle on doit verser le fer liquide. A cet effet, on commence par préparer, par la méthode Goldschmidt, un fer contenant un peu de manganèse; on coule ce fer, qui ne se soude pas et qui ne sert qu'à échauffer le rail. Au moment où la masse se prend, on la retire avec un crochet et l'on coule après du fer pur préparé par la thermite. Le rail étant suffisamment chaud, la soudure se fait aisément.

(1) Numéro du 14 avril 1900.

L'Aluminothermie a l'Exposition. — L'aluminothermie est très bien mise en vue à l'Exposition. Dans la section allemande du Palais des Mines et de la Métallurgie, M. Goldschmidt montre tout le parti que l'on peut tirer de cette nouvelle méthode. Il présente des culots de métaux purs tels que nickel, cobalt, manganèse, chrome; quelques échantillons rares, tels que le niobium et l'oxydule de vanadium ($V^2O$), obtenu en réduisant l'acide vanadique par l'aluminium, et des échantillons de corubis, de ferro-titane, etc.

Une autre vitrine est consacrée au matériel employé dans la soudure, et aux différentes phases de la soudure des tuyaux. Enfin la troisième partie de cette curieuse exposition est consacrée aux rails et tuyaux soudés, aux rails remis en état, etc. On y voit également des échantillons de thermite.

Dans la section allemande du Palais des Industries chimiques, on a placé dans une vitrine entièrement consacrée à l'aluminium, quelques produits préparés par l'aluminothermie.

Enfin la Société d'Électro-Chimie expose divers métaux et alliages obtenus par cette méthode, dans ses deux expositions de la classe 24 et de son annexe. Nous ajouterons que, dans cette annexe, des expériences fort remarquables sont faites, chaque semaine, par les soins de cette Société.

Conclusions. — L'aluminothermie constitue une méthode nouvelle extrêmement élégante, tant au point de vue métallurgie qu'au point de vue construction.

Elle offre des garanties que nulle méthode n'offrait jusqu'ici et présente une facilité de mise en jeu remarquable.

Sous son influence, la métallurgie s'enrichira certainement de produits nouveaux et offrira les composés déjà connus à un état de pureté bien supérieur.

Si l'on ne peut juger d'ores et déjà du rôle que jouera la découverte du docteur Goldschmidt dans l'industrie de la construction, on doit cependant reconnaître qu'elle se présente avec des qualités de simplicité toutes spéciales, qui permettront de généraliser les essais et d'être bientôt fixé sur sa valeur.

Léon Guillet,
*Ingénieur des Arts et Manufactures,*
*Licencié ès Sciences.*

---

# EXPOSITION DE 1900

## PARTICIPATION DES PUISSANCES ÉTRANGÈRES

### ÉTATS-UNIS

**Pavillon de la rue des Nations.** — Entre les pavillons de l'Autriche et de la Turquie, le Gouvernement des États-Unis a fait édifier, dans la rue des Nations, une sorte de Panthéon américain dont le *Génie Civil* a déjà donné la description (1). Rappelons qu'il comporte un grand dôme de 51 mètres de hauteur, surmontant un bâtiment principal en avant duquel se trouve, du côté de la Seine, un portique à arcades, dont la plate-forme supporte un quadrige monumental, représentant *la Liberté sur le char du Progrès*, dû à MM. French et Potter. Sous l'arcade donnant sur la Seine, on a placé la statue équestre de Washington, reproduction de l'œuvre de M. Proctor, offerte à la France par les femmes d'Amérique.

Ce pavillon ne contient aucune exposition; il a été installé en vue des réceptions officielles et afin que les citoyens américains puissent retrouver leur *home* à Paris. Deux ascenseurs Otis et deux escaliers circulaires conduisent aux étages qui entourent le grand hall central, dont la coupole est ornée de peintures de M. Millet.

Diverses autres constructions ont été édifiées par les États-Unis sur différents points de l'Exposition, notamment à Vincennes, ainsi que nous l'indiquerons plus loin.

**Expositions dans les différents groupes.** — Des tableaux statistiques et des publications diverses, exposés dans les Groupes I et III, permettent de constater que les États-Unis ont suivi et appliqué tous les perfectionnements et méthodes nouvelles pour développer l'instruction nationale. On remarque également, dans ces groupes, des machines à imprimer, à composer, etc.; des cartes et instruments de géographie, de cosmographie, de topographie, etc. Les expositions faites par les associations collectives pour les affiches, publications commerciales et industrielles, sont à citer dans ce pays où la réclame a pour ainsi dire été élevée à la hauteur d'un art.

Citons ici le Pavillon annexe établi dans les quinconces de l'Esplanade des Invalides, et désigné sous le nom de United States Publishers Building; il est consacré à la presse américaine et, notamment, à la publication du journal *New-York Times*. On y voit exposé tout ce qui a trait à la presse, une machine « The Harris Press » imprimant mille adresses en une demi-heure, et une grande machine rotative.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 21, p. 340.

Groupe IV. — Dans le groupe du *Matériel et Procédés de la Mécanique*, l'exposition américaine est des plus suggestives; toutes sortes de machines propres à tous les usages semblent vouloir supprimer la main-d'œuvre, et montrent l'esprit ingénieux et chercheur des Américains qui, dans cet ordre d'idées, se sont acquis une véritable supériorité. Citons des machines à couper, étamper, percer, affûter, fraiser, raboter, rayer, des machines-outils à air comprimé, etc. Des échantillons de toutes ces machines figurent dans la section américaine de la Mécanique, au Champ-de-Mars, mais c'est à l'annexe de Vincennes, dans une grande construction spécialement établie à cet effet, qu'il faut les voir fonctionner.

Groupe V. — Dans la *Production et l'Utilisation de l'Électricité*, les appareils exposés par les États-Unis sont aussi nombreux que variés et nous ne pouvons entrer dans leur énumération. Nous citerons seulement un grand nombre de moteurs à commande directe pour machines-outils, des batteries d'accumulateurs, des lampes de sûreté électriques, de nombreux modèles de lampes électriques, etc. La

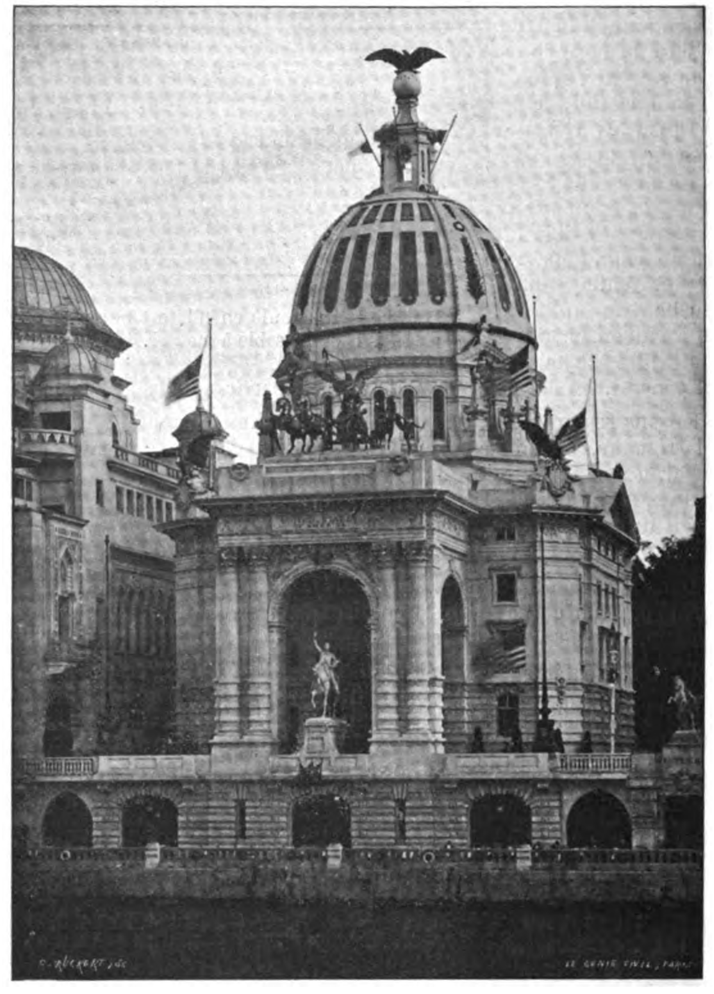


Fig. 1. — Pavillon des États-Unis, rue des Nations.

Rowland Telegraphic C°, de Baltimore, expose un système complet de télégraphie synchronique multiple, télégraphe octoplex, imprimant; aux deux extrémités de la ligne se trouvent quatre transmetteurs et quatre récepteurs.

Groupe VI. — Dans le *Génie civil* et les *Moyens de transports*, les États-Unis se font remarquer par l'audace de leurs conceptions et les travaux considérables qu'ils ont exécutés dans les différents États de l'Union. De nombreux plans en relief, des photographies ayant trait à tous les genres de construction, et des documents des plus variés montrent les grands travaux publics récemment entrepris.

Parmi eux, il faut citer le creusement du canal de Chicago à Joliet, qui peut être considéré comme une des œuvres les plus remarquables accomplies pendant ces dernières années, non seulement à cause de l'importance considérable du travail, mais encore par les moyens pratiques employés pour le mener à bonne fin. Cette entreprise qui a été décrite, à son origine, dans le *Génie Civil* (1) a été répartie entre 29 soumissionnaires ayant chacun un lot représenté par un mille anglais, et l'excavation a été menée avec un ensemble si parfait que tous les entrepreneurs ont terminé presque en même temps les tâches qui leur étaient dévolues. Ce canal a 160 pieds anglais de largeur et le cube de déblais, dont il a nécessité l'extraction, est le double de celui du canal de Suez, soit 80 millions de mètres cubes. Des modèles de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 16, p. 246.

machines diverses ayant servi à l'exécution, complètent cette exposition.

Citons encore les plans à très grande échelle des villes de New-York, de Boston, des plans et documents variés montrant les travaux exécutés pour l'aménagement du Mississipi et d'autres grands cours d'eau, des photographies d'appareils transporteurs, de grands derricks pour l'exploitation des carrières, etc.

Le matériel des chemins de fer et tramways exposé par les États-Unis est des plus remarquables. À signaler plus particulièrement, dans l'annexe de Vincennes, une locomotive à grande vitesse, système Wolf, exposée par la Société Baldwin, de Philadelphie, et destinée aux chemins de fer de l'État français, et une locomotive pour trains mixtes exposée par la même Société et destinée au chemin de fer anglais le Great Eastern.

Des tableaux et des graphiques montrent que les lignes de chemins de fer aux États-Unis ont une longueur de 307 670 kilom.; elles sont desservies par 36 000 locomotives, 26 000 wagons de passagers, 8 000 fourgons de poste, et plus de 1 250 000 wagons à marchandises; l'ensemble de ce matériel représente un capital de 50 milliards de francs, et les recettes annuelles s'élèvent à 1 690 millions de francs.

Notons aussi le développement des fils télégraphiques, qui est de 1 458 000 kilomètres.

Depuis quelques années, la marine américaine tend à prendre une grande extension, et chaque année de nombreux navires de guerre, comportant tous les perfectionnements modernes, sont mis en chantier; à côté de différents modèles exposés, remarquons les nombreux appareils de sauvetage dont quelques-uns sont des plus curieux.

Groupes VII, VIII et X. — Dans ces trois groupes relatifs à *l'Agriculture* et à l'*Alimentation*, les Américains n'ont rien négligé pour montrer les ressources de leur pays. Ils ont présenté de très nombreux échantillons de céréales, de liqueurs, de vins, de laines et cotons, etc.

Les chiffres suivants permettront de se rendre compte des diverses productions du pays. On a récolté en 1896 :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Blé | 254 | millions d'hectolitres | évalués à | 2 145 | millions de francs. |
| Maïs | 670 | — | — | 2 505 | — |
| Grains divers | 1 123 | — | — | 2 570 | — |
| Foin | 60 | — de tonnes | — | 2 005 | — |
| Coton | 257 | — de kilogr. | — | 1 460 | — |

Les machines agricoles des États-Unis sont, naturellement, très bien représentées à l'Exposition, puisque c'est dans ce pays qu'elles ont pris naissance et qu'elles ont atteint le plus grand développement.

Le matériel des industries alimentaires est représenté par différentes machines d'invention et de construction américaines, très répandues dans différents États de l'Union, où la conservation des viandes, des légumes et des fruits constitue pour ainsi dire une industrie nationale.

Groupe IX. — Au Palais des *Forêts* et à l'annexe de Vincennes, les États-Unis se font remarquer par les nombreux échantillons de bois exposés. Des publications intéressantes, des photographies de procédés de coupe, de sciage et de transport des bois, et d'autres nombreux documents, montrent les perfectionnements apportés dans cette industrie. Des armes, des instruments et engins de pêche nombreux et variés complètent cette exposition, à laquelle l'île de Cuba a pris part en montrant ses divers produits.

Groupe XI. — L'exposition des États-Unis dans le groupe des *Mines* et à la *Métallurgie* est également très remarquée. Elle présente de très nombreux échantillons de minerais et différentes pièces métallurgiques. Des tableaux et des diagrammes divers montrent la richesse de ce pays qui peut se chiffrer annuellement de la manière suivante :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Charbon | 147 | millions de tonnes. | |
| Pétrole brut | 60 | — | barils. |
| Fonte | 10 | — | tonnes. |
| Métaux précieux | 450 | — | francs. |

Groupes XII et XIII. — Dans la *Décoration*, le *Mobilier* et les *Industries diverses*, les États-Unis montrent des installations intérieures d'habitations, rappelant beaucoup le confort anglais; citons quelques travaux en marqueterie, des tentures décoratives et des étoffes pour ameublements.

Les États-Unis présentent divers tissus de laines et de soie, et principalement de coton, une des plus importantes productions du pays.

## GRANDE-BRETAGNE

**Pavillon de la rue des Nations.** — Construit dans le genre d'un manoir anglais, le Pavillon de la Grande-Bretagne (fig. 2), qui se trouve entre ceux de la Belgique et de la Hongrie, est la reproduction du château de Kington House, à Bradfort-sur-Avon, Wiltshire. Cette construction élégante présente un aspect tout à fait moderne, avec ses larges et hautes fenêtres ornées de moulures et surmontées par des armoiries; c'est le type de la maison modèle, offrant tout le confort des habitations anglaises.

Il n'y a pas d'exposition proprement dite dans ce pavillon, sauf des meubles qui ornent différentes pièces et qui proviennent de maisons anglaises. On y remarque surtout des tableaux et des tapisseries représentant, pour la plupart, des sujets religieux, et que l'on trouve exposés dans la première salle formant un grand hall décoré de panneaux artistement travaillés.

Dans les divers salons on remarque la bibliothèque de la ville de Bath, des meubles d'art, une salle à manger complète et différents objets artistiques.

A l'étage, auquel on accède par un escalier en marbre, se trouve une grande salle dans laquelle sont exposés des tableaux des maîtres anglais, parmi lesquels nous citerons les œuvres de Turner, Reynolds, etc. D'autres pièces représentent des chambres à coucher entièrement meublées d'après différents styles, des cabinets de toilette et salle de bains. Cet intérieur donne une idée des aménagements d'une riche maison anglaise.

**Expositions dans les divers groupes.** — Groupes IV et V. — Les constructeurs anglais ont installé trois groupes électrogènes dans la salle de l'avenue Suffren. Ce sont : une machine à triple expansion de

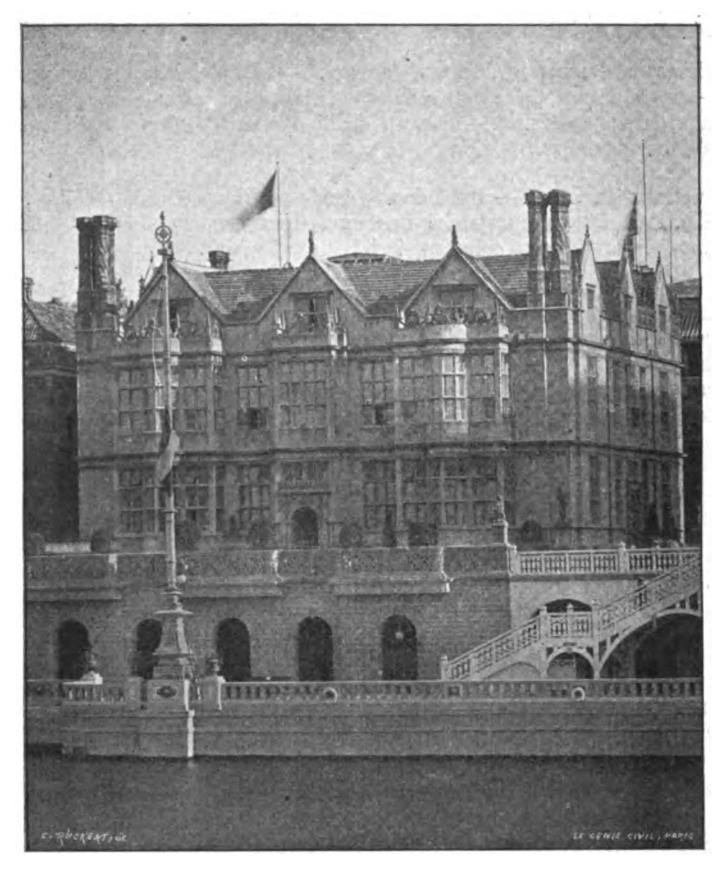


Fig. 2. — Pavillon de la Grande-Bretagne, rue des Nations.

Willans et Robinson accouplée à une dynamo de Siemens Bros., de Londres, marchant à 2 780 ampères sous 480 à 550 volts; une machine Robey et Cie, de 550 chevaux, accouplée avec une dynamo Scott et Montain; une machine Galloway et Cie, accouplée avec une dynamo Mather et Platt.

Parmi les autres machines exposées, nous mentionnerons spécialement les turbines à vapeur Parsons, de Newcastle.

L'Angleterre expose de nombreuses machines-outils pour le travail des métaux, et une machine à tailler les pierres, des machines à coudre de tous systèmes, des machines à filer et à tisser, etc.

Ce pays occupe également une place importante dans l'exposition des différentes machines pour la production et l'utilisation de l'électricité.

Groupe VI. — L'Angleterre expose dans ce groupe les dessins et modèles des grands travaux exécutés dans ce pays pendant ces dernières années. De nombreux tableaux et graphiques fournissent d'intéressants renseignements sur le fonctionnement des réseaux principaux de chemins de fer du Royaume-Uni. Citons une carte indiquant les différentes communications entre l'Angleterre et le Continent par la voie de Harwich, le plan en relief de Southampton indiquant les différents docks, un plan en relief du port, des usines et du village de Sunlight, près Liverpool, où se trouve la plus grande fabrique de savon connue; un modèle du chemin de fer funiculaire du Vésuve, exposé par la maison Cook et fils, le pont du Forth,

près d'Édimbourg, représenté par un modèle en aluminium, des modèles de wagons-salons et restaurants présentant tout le confort désirable, des modèles de locomotives, enfin de nombreux albums.

La carrosserie, le matériel des chemins de fer et tramways, le matériel de la navigation de commerce sont largement représentés dans les sections anglaises. Dans le grand hangar de l'annexe de Vincennes, on remarque plus particulièrement une locomotive à grande vitesse, à un seul essieu moteur, exposée par le Midland Railway, une locomotive du London and North Western à quatre cylindres, une locomotive du Great Eastern, et une locomotive pour les chemins de fer hollandais, construite par la maison Nelson Red, de Glascow.

Groupe XI. — Dans les *Mines* et la *Métallurgie*, l'Angleterre présente de nombreux échantillons de minerais de toute sorte, montrant la richesse de certaines provinces de ce pays; le charbon domine dans cette exposition où des graphiques indiquent la production de l'Angleterre comparée à celle de différents pays. Citons, notamment, un bloc de charbon pesant 4 032 kilogrammes.

On remarque, particulièrement, des coffres-forts spéciaux dont les serrures présentent des combinaisons telles, qu'elles semblent à l'abri de toute tentative d'effraction.

Groupe XIII. — Dans l'exposition des *Fils, Tissus* et *Vêtements*, les grandes et réputées fabriques de Cambridge, Oxford, Manchester, etc., présentent des tissus variés.

Exposition dans différents groupes. — En dehors des groupes ci-dessus, l'Angleterre figure dans tous les autres groupes de l'Exposition, mais nous ne voyons rien de bien caractéristique à signaler dans ces derniers.

**Colonies anglaises.** — Dans deux grands pavillons édifiés au Trocadéro, l'Angleterre a organisé une exposition remarquable des différents produits de ses colonies si riches et si variés.

Pavillon des Indes anglaises. — L'un de ces pavillons, dit Palais des Indes britanniques, est une belle construction de style hindou; elle occupe une surface de 200 mètres carrés. On y remarque un escalier magnifiquement décoré, et dont les balustrades sont habilement sculptées par des artistes birmans; dans une cour, à gauche de cet escalier, se trouve un colossal trophée ayant huit mètres de hauteur, composé de toutes les principales essences de bois dont l'Inde est si riche, également orné et sculpté par des artistes de la Birmanie et du Pendjab.

Dans les salles composant le rez-de-chaussée se trouvent de nombreux échantillons de bois et de minéraux, des meubles finement sculptés avec incrustations variées, des modèles des maisons indoues, des tapis et une remarquable collection de pierres précieuses. A l'étage, est une exposition minéralogique contenant de très nombreux échantillons, et une riche exposition de vaisselle d'or, d'argent, finement ciselée, des objets mobiliers en bois laqué, des châles de Cachemire, des étoffes richement brodées, etc.

Exposition de l'Ile de Ceylan. — Cette exposition est surtout intéressante par les nombreuses pierres précieuses qui proviennent de cette île qui en est abondamment pourvue. On y remarque aussi des échantillons de café, de tabac, de thé, de cannelle, ainsi que de nombreuses essences de bois pour la teinturerie et la menuiserie.

Canada. — Le Canada a exposé tous les produits de ses industries diverses; on remarque surtout de nombreuses et très belles fourrures, dont le Canada fait un important commerce et qui forment un des notables revenus du pays; des échantillons de minerais très nombreux et très variés, des tableaux et graphiques montrant les accroissements de production. Des cartes indiquent les terrains non concédés, et qui sont attribués avec facilité aux colons étrangers; des statistiques et documents divers montrent les résultats obtenus et les bénéfices réalisés par des concessionnaires divers qui ont installé au Canada des exploitations agricoles considérables, maintenant en plein et fructueux rapport.

Australie. — L'exposition faite par cette possession anglaise est assez variée. On y voit de nombreux échantillons de productions minérales, or, plomb, cuivre, étain, ainsi que des perles et des pierres précieuses; de remarquables échantillons de différentes espèces de bois pouvant servir à toutes sortes de constructions attirent l'attention par leurs grandes dimensions.

Citons enfin les viandes conservées, dont l'Australie fait un important commerce, et de nombreux échantillons de vins récoltés dans le pays, et qui sont consommés généralement sur place, n'étant encore guère appréciés à l'étranger.

Poitevin de Veyrière,
*Ingénieur civil.*

---

# CHEMINS DE FER

## LES CHEMINS DE FER RUSSES EN PERSE

On sait que la Russie a consenti, il y a quelques mois, à la Perse un important emprunt, au taux de 5 %, dont l'amortissement doit être effectué dans une période de soixante-quinze ans. Les intérêts en sont garantis par les douanes persanes, dont la surveillance est confiée à une succursale, établie à Téhéran, de la Banque impériale russe. Il est, de plus, expressément stipulé qu'aucun nouvel emprunt ne pourra être contracté par le Gouvernement persan sans l'assentiment de cette Banque.

Les conditions de cet emprunt ont fait l'objet de nombreux commentaires, car elles semblent devoir assurer à la Russie une influence politique et industrielle prépondérante en Perse, et lui permettre, en particulier, par la création de voies ferrées, d'accaparer le marché persan et d'atteindre les rives du golfe Persique et de l'océan Indien.

Voici quelques renseignements sur les projets de lignes de chemins de fer qui ont déjà été étudiés (1).

Durant les dix dernières années, la Russie jouissait, en Perse, d'un privilège important : le monopole de la construction des lignes de chemins de fer et des routes. Il ne lui a pas semblé opportun d'en profiter, car, pendant cette période, elle n'a construit que deux routes, toutes deux établies en pays de montagne, l'une allant du port de Recht, sur la mer Caspienne, à Téhéran, l'autre réunissant Aschabad, station du Transcaspien à Mechhed, importante ville commerciale de la frontière orientale de Perse (fig. 1). Quant aux chemins de fer, le pays en est resté totalement dépourvu.

Cependant, et malgré les efforts de la politique anglaise, la Russie a obtenu récemment le renouvellement de son privilège, à des conditions encore mal connues, mais qui, d'après des opinions autorisées, comporteraient un monopole absolu de construction, pendant quinze ans. Le Gouvernement russe se serait, de plus, fait reconnaître le droit de faire protéger les travaux par de petits détachements de ses troupes.

Si l'on considère le développement des lignes de chemins de fer à la fois stratégiques et commerciales que la Russie a récemment créées sur son territoire, le long des frontières de Perse, durant les vingt dernières années, il semble que l'établissement, dans ce dernier pays, de voies ferrées se raccordant aux voies russes, doive être la conséquence logique de l'achèvement de celles-ci.

Actuellement, sur la frontière orientale de la Perse, une ligne de 1 433 kilom. de longueur relie les bords de la mer Caspienne à Samarcande, en passant par Aschabad, Merw et Bokhara. Depuis 1898, des ramifications de cette ligne vont de Samarcande à Tachkent (354 kilom.), et de Tschernjäjewo, station de la ligne Samarcande-Tachkent, à Andishan (326 kilom.); un embranchement va à Margelan ($6^{km}$ 4), et un autre, enfin, de Merw, station de la ligne Krasnowodsk-Samarcande, à Kuschk (313 kilom.), sur la frontière de l'Afghanistan. Dès maintenant on envisage le développement de ce réseau : vers le nord, de Tachkent au chemin de fer transsibérien et, vers le sud, à travers la Perse.

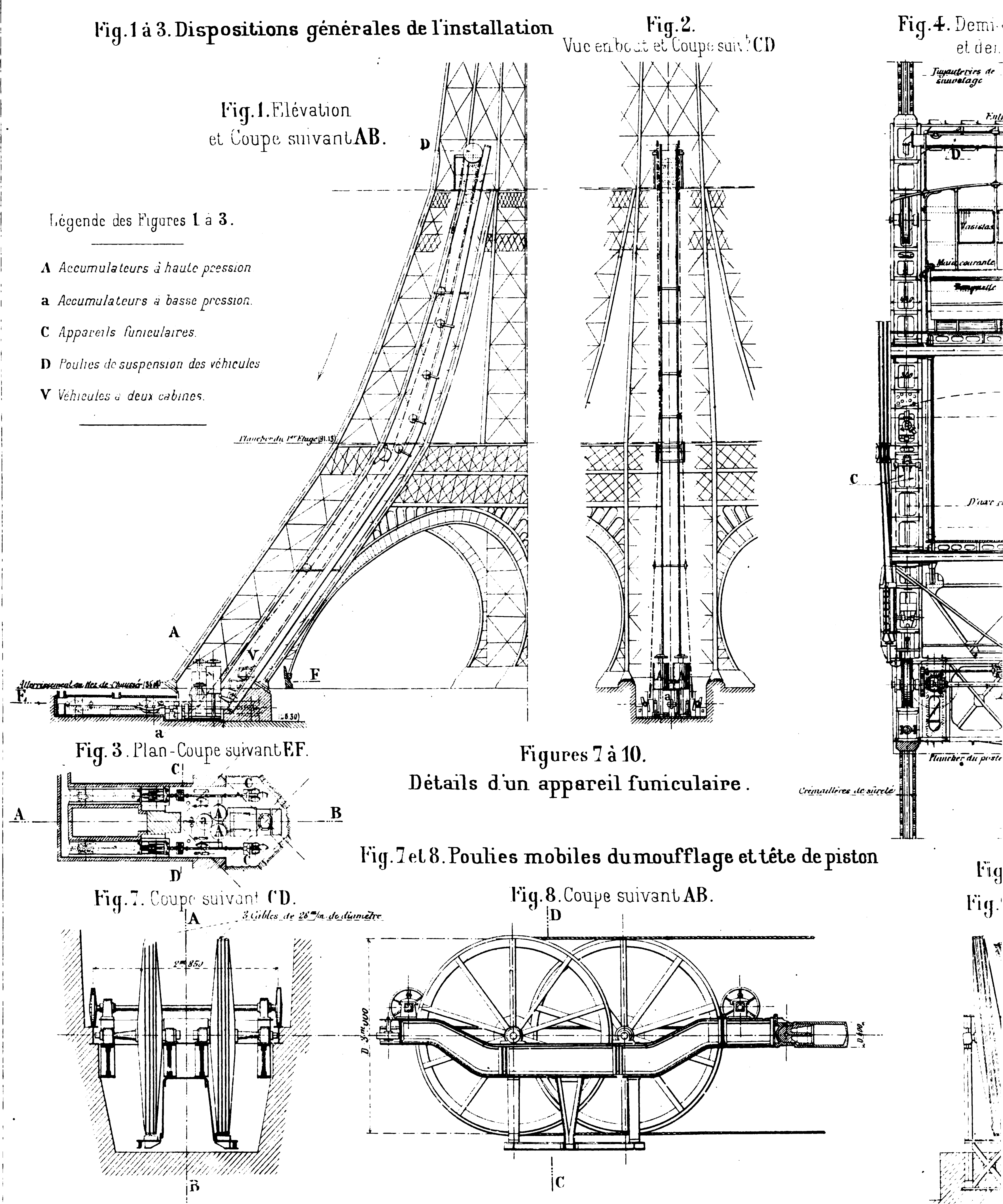
Pour l'exécution de ce dernier plan, la Société technique impériale russe songe d'abord à réunir la station terminus de Kuschk à l'importante ville de Mechhed (277 kilom.). Quant à la ligne de pénétration projetée (1 173 kilom.), elle traversera la riche province du Chorassan, longera les frontières de l'Afghanistan et du Beloutchistan, passera par Bampour et aboutira au port de Tschahbar, sur l'océan Indien. Un embranchement (907 kilom.) de cette ligne principale passerait par Hérat et Kandahar, pour se souder aux lignes anglaises qui aboutissent en ce dernier point. L'exécution de ce projet ne comporte pas de difficultés techniques si ce n'est, à son point de départ, dans la région montagneuse qui sépare Kuschk de Mechhed.

A l'ouest de la Perse, l'achèvement des lignes russes a fait naître des projets de pénétration analogues.

En 1891, les lignes russes au nord du Caucase avaient été poussées vers le sud-est, jusqu'à Wladikawkas; d'autre part, le chemin de fer transcaucasien longeait les pentes méridionales du Caucase réunissant Batoum et Poti, sur la mer Noire, à Tiflis, et à Bakou, sur la mer Caspienne.

A ce moment, on songea tout d'abord à réunir directement les lignes russes aux lignes transcaucasiennes en traversant le Caucase pour aller de Wladikawkas à Tiflis. Mais, les difficultés de cette entreprise étant considérables, on y renonça et l'on prit le parti de réunir Wladikawkas à Bakou, par une ligne longeant les rivages de la mer Caspienne. Ce raccordement vient d'être mis en service. D'autre part, un embranchement vient de réunir Tiflis à Kars. Cette dernière ville doit

(1) La plupart de ces renseignements sont tirés de la *Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltung* et du *Sheljesodoroshnoje Djelo*.



EXPOSITION DE 1900 _ LES NOUVEAUX ASCENSE
Fig. 1 à 3. Dispositions générales de l'installation
Fig. 2.
Vue en bout et Coupe suivt CD
Fig. 4. Demi
et de
Fig. 1. Élévation
et Coupe suivant AB.
Légende des Figures 1 à 3.
A Accumulateurs à haute pression
a Accumulateurs à basse pression.
C Appareils funiculaires.
D Poulies de suspension des véhicules
V Véhicules à deux cabines.
Plancher du 1er Étage (91.13)
Fig. 3. Plan-Coupe suivant EF.
Figures 7 à 10.
Détails d'un appareil funiculaire.
Fig. 7 et 8. Poulies mobiles du moufflage et tête de piston
Fig. 7. Coupe suivant CD.
3 Câbles de 28m/m de diamètre
Fig. 8. Coupe suivant AB.
Crémaillères de sûreté
Plancher du poste

# ...RS HYDRAULIQUES DE LA TOUR DE 300 MÈTRES

...upe par un longeron. ...vue extérieure.

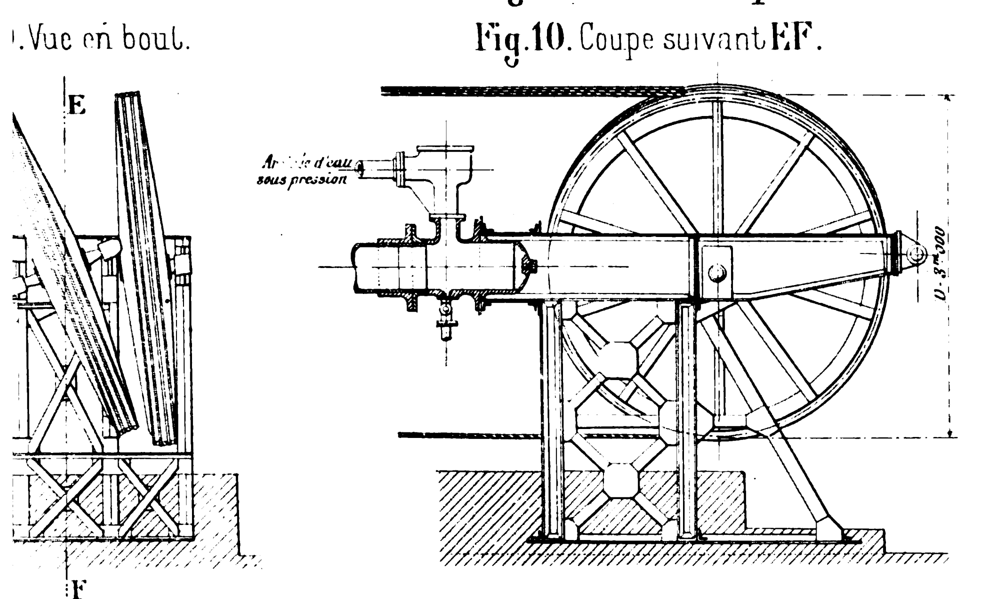
## Fig. 4 à 6. Détails d'un véhicule.

Fig. 5. Coupe par un frein de sûreté.

Fig. 6. Coupe par l'axe du véhicule.

## 9 et 10. Poulies fixes du moufflage et culasse de presse.

...Vue en bout. Fig. 10. Coupe suivant EF.




### Légende des Figures 4 à 6.

A. Mécanisme de redressement des cabines.

B. Organe de commande des câbles de manœuvre de la distribution.

C. Freins hydrauliques de sûreté.

D. Reservoir d'évacuation des freins de sûreté.

E. Levier à main permettant le fonctionnement du parachute à la volonté du conducteur.

F. Robinets de manœuvre de sauvetage du véhicule.

G. Tuyauteries d'eau sous pression fixées à la Tour pour la manœuvre de sauvetage.

9105 Imp. A. Gentil 190. Fg St Denis. Paris.

être à l'ouest, comme Kuschk à l'est, le point de départ des lignes russes de pénétration en Asie-Mineure et en Perse.

La voie commerciale que suivent les produits venant d'Europe à destination de la Perse, part de Trébizonde sur la mer Noire, passe par Erzeroum et Tabris et aboutit à Téhéran. Le centre commercial le plus important de cette région est Tabris qui, pour les produits européens, joue le rôle d'entrepôt, de même que Mechhed à l'est pour les produits russes.

Les routes et sentiers qui vont actuellement de la mer Noire à Téhéran sont d'un usage difficile, car ils sont établis à travers des massifs montagneux escarpés. La substitution des chemins de fer aux bêtes de somme entrainera de très fortes dépenses car, dans les tracés les plus avantageux qui aient été étudiés, il existe des tunnels de grande longueur, à travers la chaine des monts Elbrouz.

Le projet adopté par le Gouvernement russe comprend tout d'abord une ligne reliant Alexandropol, station de la ligne Tiflis-Kars à Tabris, en passant par Erivan, Nachitschwan et Dshulfa. Le premier tronçon de cette ligne, d'Alexandropol à Nachitschwan (235 kilom.), sera commencé incessamment; le reste, 171 kilom., n'a pas encore fait l'objet d'études définitives.

La dépense totale de cette ligne est évaluée à 15 millions de roubles environ. L'un des effets de la création de ce chemin de fer sera de déplacer de Trébizonde à Poti et à Batoum le point d'arrivée des marchandises européennes.

On envisage, d'autre part, la création d'une ligne qui réunirait Ewlach, sur le chemin de fer transcaucasien à 80 kilom. de Bakou, à Tabris et dont la longueur totale serait de 300 kilom. Les ports de la mer Caspienne seraient ainsi mis en relation avec Tabris.

Le projet russe comporte enfin une ligne réunissant Tabris à Téhéran (576 kilom.), en passant par Zendjan et Kasvin, et une ligne allant de Téhéran à Meschhed (800 kilom.), par Simnan, Schachrud et Naschapur.

La ville de Téhéran est, de plus, considérée comme étant le point de départ indiqué d'un chemin de fer qui, traversant la Perse, aboutirait au golfe Persique ou à l'océan Indien. Le choix n'est pas encore fixé entre les tracés qui ont été proposés.

L'un de ces tracés passe par Chadaman, Bouroundjird, Disfoul, Chouster et aboutit au fond du golfe Persique. Sa longueur est de 854 kilom. Ce chemin de fer, dont la construction serait assez dispendieuse, ferait concurrence au chemin de fer allemand de Bagdad, actuellement en construction.

Un second tracé aboutit également au golfe Persique, à Bouchir, en passant par Kasan, Ispahan et Chiras. Sa longueur serait de 1 100 kilom. La construction de la ligne serait particulièrement difficile, sur 200 kilom. environ, dans la traversée des montagnes du Farsistan.

Le troisième tracé, quoique d'une plus grande longueur, présente l'avantage d'aboutir à l'océan Indien, à l'est du détroit d'Ormus d'où les flottes anglaises commandent tout le golfe Persique. Ce tracé, dont la longueur serait de 1 700 kilom., passerait par Koum, Kasan, Yerd, Kirman, Bampour. De ce dernier point, il s'infléchirait, soit au sud-est vers Tschabar, soit au sud-ouest, vers Djask.

Parmi les diverses lignes de chemins de fer projetées en Perse par le Gouvernement russe, il en est une qui présente surtout un intérêt stratégique : celle qui descend du nord au sud en longeant les frontières de l'Afghanistan et du Beloutchistan. Elle permettrait de se rapprocher des frontières de l'Inde sans traverser l'Afghanistan.




Fig. 1. — Carte des chemins de fer projetés en Perse.

Les autres lignes ont surtout un intérêt commercial et permettraient d'amener rapidement au centre de la Perse les produits russes qui arrivent par l'est et le nord, ceux d'Europe qui viennent de la mer Noire, et ceux de l'Inde et de l'Angleterre qui sont amenés aux ports du golfe Persique.

Le monopole de construction accordé à la Russie rendrait d'ailleurs impossible pour longtemps la création du chemin de fer transcontinental, du canal de Suez à Hong-Kong, que la politique anglaise songeait à créer pour faire concurrence au chemin de fer transsibérien.

---

## CONGRÈS

### CONGRÈS D'ÉLECTRICITÉ

*(Suite et fin [1].*

**Deuxième Section.** — Sous-section B : **Traction par contacts superficiels.** — Président, M. Turettini. — M. Blondin a présenté le système de traction à contacts superficiels récemment imaginé par M. Dolter : En passant sur un plot, le frotteur aimanté attire un cylindre en fer constituant l'un des bras d'un levier coudé : l'autre bras met alors en contact deux pastilles de charbon dont l'une est reliée à la ligne d'alimentation et l'autre au plot; celui-ci devient actif et le courant arrive au moteur.

MM. Vedovelli et Diatto ont ensuite exposé et fait ressortir les avantages respectifs de leurs systèmes; le système Diatto a déjà été signalé dans le *Génie Civil* [2]. M. Pollak a montré l'intérêt qu'il y aurait à permettre aux voitures de dérailler en cas d'encombrement de la voie. MM. Vedovelli, Diatto, Bouton et Dieudonné ne croient pas que l'on puisse, dans la traction par contacts superficiels, dépasser la vitesse de 40 à 50 kilom. M. Dolter pourrait, avec son système, atteindre 200 kilomètres.

Pour la réalisation des grandes vitesses, M. Vedovelli a proposé d'employer du courant continu à haute tension (2000 volts), mais MM. Pollak et Sylvanus P. Thompson estiment qu'il y aurait de grandes difficultés à la réalisation de contrôleurs et de moteurs à haute tension.

Sous-section C : **Éclairage électrique.** — Président, M. Hippolyte Fontaine. — Le fonds de la discussion a été fourni par le rapport de M. Blondel sur les progrès des lampes électriques.

Étudiant d'abord les lampes à arc, M. Blondel a résumé en premier lieu les travaux des différents savants relatifs à la théorie de l'arc électrique et a présenté quelques considérations sur la stabilité de l'arc et le mode de réglage des lampes. Il a traité ensuite de la construction des lampes à arc et abordé l'importante question de leur groupement, ce qui l'a amené à discuter les deux grandes tendances actuelles : d'une part, la construction de lampes à bas voltage destinées à fonctionner par trois en série sous 110 volts; d'autre part, la construction de lampes en vase clos destinées à fonctionner directement en dérivation sous 110 volts. Cette partie du rapport se termine par quelques renseignements sur la photométrie de l'arc et sur le rendement lumineux des lampes à arc.

Dans la seconde partie de son rapport, M. Blondel a étudié les progrès réalisés par les lampes à incandescence. A propos des progrès de leur théorie, il a signalé une erreur qui figure dans tous les traités et qui consiste à admettre que l'éclat d'un filament dépend uniquement de sa température et de la nature de sa surface : l'éclat irait en diminuant du centre au bord du filament comme on le vérifie aisément au microphotomètre. A propos du rendement lumineux, M. Blondel a signalé les tentatives d'amélioration faites dans la voie des lampes à basse tension (15 à 22 volts). Puis il a passé à la discussion des lampes construites en vue de leur branchement direct sur les distributions à 220 volts et signalé quelques lampes à filaments en matières autres que le carbone, notamment les lampes à filaments à base d'oxydes de terres rares. M. Blondel a terminé son rapport en parlant de l'étalonnage des lampes à incandescence et en émettant le vœu que le Congrès recommande la vulgarisation des mesures directes du flux lumineux total et l'adoption provisoire d'un étalon de lumière médiocre, commun aux divers pays, jusqu'à la réalisation d'un étalon pratique parfait.

Les différents points de ce rapport ont donné lieu à une discussion à laquelle ont pris part MM. Fontaine, Mailloux, de Fodor, F. Meyer, Claude, Bochet, Sylvanus P. Thompson.

M. Laporte a présenté une note de MM. Blondel et Jigonzo sur le rendement lumineux de l'arc à courant alternatif.

Ce rapport tendait à démontrer que le rendement de l'arc à courant

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 24, p. 435.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 26, p. 425.

alternatif dépend, dans une grande proportion, de la nature, du diamètre et de l'écart des charbons et de la densité du courant; qu'il n'y a pas lieu de chercher à augmenter la fréquence des alternances; que l'influence de la courbe de force électromotrice est à peu près insensible dans les limites où elle varie dans les alternateurs bien construits.

M. WEISSEMANN a fait une communication sur le rendement lumineux des lampes électriques à incandescence. Il a établi que, pour améliorer ce rendement, il faut construire des lampes à basse tension et à gros filament.

M. DE FODOR a proposé un nouveau mode de tarification de l'énergie électrique. Des statistiques qu'il a établies, il résulterait que la moyenne de consommation dans une installation est de 400 heures par lampe et par an. Il a étudié la répartition de ces 400 heures dans les différents mois. La tarification de l'énergie devrait être établie en considération de cette consommation assurée, et des rabais devraient être faits pour le surplus : faibles en hiver, plus importants au printemps et à l'automne, et plus importants encore en été.

M. PELLISSIER a exposé le tarif différentiel qui rapporte la durée d'utilisation nécessaire pour avoir un rabais proportionnel au nombre de lampes allumées simultanément.

M. DE LUTOSLAWSKI a décrit un système analogue dans lequel le concessionnaire doit accorder des rabais aux clients qui déclarent une consommation de courant maxima, en rapport avec la quantité d'heures par an qui résulte de la division de la quantité de kilowatts-heures indiquée par le compteur par la quantité de kilowatts déclarés. Des coupe-circuits automatiques interrompent le courant si la consommation maxima est dépassée pendant plus d'une demi-heure.

TROISIÈME SECTION : **Électro-chimie.** — Président : M. MOISSAN. — M. KELLER a présenté un rapport sur l'état actuel de la construction des fours électriques. Il a décrit d'abord succinctement les deux premiers fours construits : le four Moissan et le four Siemens, ainsi que les premiers fours industriels dérivés de ceux-là. Parmi eux il a distingué les trois prototypes des fours industriels récents :

1° Fours basés sur les fours Moissan et Siemens, dits *fours à arc;*

2° Fours basés sur le four *Hérault*, dénommés *fours à résistance;*

3° Enfin les fours que l'on peut faire dériver du premier four Cowles, appelés *fours à résistance superficielle ou à incandescence.*

Dans la deuxième partie de son rapport, M. Keller a étudié les fours, en partant d'une classification basée sur la nature du courant. Suivant lui, dans les fours utilisant le courant alternatif, les alternateurs devraient se trouver à environ 2 mètres des fours avec un mur de séparation entre eux. Il a montré que, dans la fabrication du carbure, on dépense 50 à 60 francs d'électrodes par tonne de carbure; avec des fours perfectionnés, on peut descendre à 25 francs.

M. HOLLARD a parlé de l'application, en analyse électrolytique, du principe de la séparation des métaux, basée sur les différences de tensions de polarisation de leurs sels, là où les différences de tensions de polarisation sont assez grandes pour ne pas s'annuler par suite de la diminution de concentration du bain.

QUATRIÈME SECTION : **Télégraphie et Téléphonie.** — Président : M. WUSCHENDORF. — La principale question traitée dans cette section a été celle de la télégraphie sans fil.

MM. BLONDEL et G. FERRIÉ ont présenté sur cette question un rapport dans lequel, après avoir fait un historique depuis les premiers essais d'un système Edison, en 1885, jusqu'aux plus récents travaux de M. Marconi, ils ont étudié les résultats obtenus aujourd'hui.

Le seul système pratique de télégraphie sans fil serait celui qui aurait pour point de départ la théorie des ondes hertziennes, mais on ne saurait actuellement donner une théorie parfaite du phénomène. Au point de vue des communications, la transmission serait la chose principale, la sensibilité du cohéreur n'étant pas indispensable. Pour la production des ondes, un transformateur permet de mettre en jeu une plus grande quantité d'énergie. Quant aux antennes, leur grosseur ne paraît pas intervenir : au point de vue de leur longueur, c'est la somme des longueurs des deux antennes qui entre en jeu plutôt que leurs longueurs respectives.

M. le docteur Rudolf BLOCHMANN a fait ensuite une communication sur la question de la dirigeabilité des appareils de la télégraphie par les ondes électriques. L'auteur s'est demandé ce qui se passait dans le médium, dans l'atmosphère terrestre, pendant que les appareils de la télégraphie étaient en action. Il a exprimé l'opinion que le médium de la transmission est l'électricité atmosphérique, dont les surfaces équipotentielles enveloppent la sphère terrestre. Si cette théorie est exacte, la dirigeabilité des appareils employés maintenant pour la télégraphie nouvelle devrait être regardée comme impossible.

M. FERRIÉ a présenté une communication sur les cohéreurs décohérents et sur un essai de théorie des cohéreurs en général. Il a décrit de nombreuses expériences personnelles sur l'action des ondes hertziennes, sur la conductibilité d'un contact imparfait entre deux corps conducteurs. La sensibilité de ces contacts dépendrait de l'intensité du courant passant au repos dans le contact imparfait, de la nature du métal employé et de la distance du point de production des ondes.

M. Bodde a fait une communication sur l'utilisation de la télégraphie sans fil pour éviter les collisions en mer. A ce sujet, M. Chayne-Pacha a signalé les applications des microphones sous-marins à la sécurité des pêcheurs de Terre-Neuve. Ces appareils permettent d'entendre le bruit d'un paquebot à 4 ou 5 kilomètres.

M. VINTER a décrit le téléscripteur rapide, système Pollak [1], au moyen duquel on arrive à transmettre 60 000 mots à l'heure.

M. ANDRÉ a présenté un système téléphonique à batterie centrale, dans lequel toutes les sources d'énergie sont centralisées au poste central. Le signal d'appel de l'abonné est constitué par une petite lampe à incandescence placée immédiatement au-dessus du jack local correspondant. Le signal de fin de conversation est donné automatiquement, au moment où les deux abonnés accrochent leur téléphone, par les deux signaux de supervision correspondant à chacun d'eux.

M. ROSSEN a fait une communication sur les canalisations téléphoniques souterraines. L'auteur a passé en revue les différents systèmes employés jusqu'ici : canalisations en bois, en fer, en agglomérés.

CINQUIÈME SECTION : **Électro-physiologie.** — Président : M. D'ARSONVAL. — Le Congrès d'Électricité ayant été précédé des Congrès de Radiologie, Radiographie et Médecine, les communications et rapports intéressant la section avaient été très réduits.

M. STANOÏEVITCH a fait une communication sur l'analogie entre la constitution des lignes de force magnétiques et électro-magnétiques dans les machines, et les dispositions des cellules dans les plantes. Il admet que les cellules organiques obéissent aux lois de Maxwell et qu'elles agissent les unes sur les autres en raison du produit de leurs masses et en raison inverse du carré de leur distance. M. Bergonié a fait observer que la constitution de ces cellules organiques peut obéir à d'autres lois, que les dispositions rencontrées dans la nature répondaient à des besoins : ainsi la structure fibreuse du bambou semblait faite en vue de résister aux vents; la structure radiale du radis obvierait au contraire aux effets de pression du sol.

*Séance des Délégués officiels des Gouvernements.* — Cette séance s'est tenue le vendredi 24 août, sous la présidence de M. MASCART.

M. Mascart, appelant les diverses propositions émises dans les sections, a conclu qu'une seule d'entre elles intéressait la Commission des délégués étrangers : la proposition de la première section relative aux deux nouvelles unités et au choix des dénominations qui devaient les représenter : le *gauss* et le *maxwell.*

M. STANOÏEVITCH a soulevé la question de la propriété de l'énergie électrique et émis le vœu que les différents Gouvernements protégeassent cette propriété comme les autres biens. Une longue discussion s'est engagée, à la suite de laquelle M. Mascart a soumis au vote de tous les délégués la proposition suivante, qui a été adoptée à la majorité des voix :

« La Commission est d'avis que l'énergie électrique doit être considérée comme une propriété; elle émet le vœu que cette propriété soit protégée de même que toute autre, suivant la jurisprudence déjà établie dans plusieurs grands États. »

Dans la séance de clôture, qui a été précédée d'un certain nombre de visites à diverses installations parisiennes, M. Mascart a résumé les travaux des différentes sections et commissions et a transmis aux congressistes l'invitation de M. Mailloux de visiter Buffalo à l'occasion de l'exposition pan-américaine en 1901 [2], et les propositions simultanées des Autrichiens et des Belges de réunir le prochain Congrès, en 1903, à Vienne et à Liège. M. Mascart a émis l'opinion qu'une entente interviendrait facilement pour permettre aux électriciens des diverses nationalités de se réunir à nouveau dans ces villes, en 1903, à des dates différentes.

H. O.

## LÉGISLATION

### RÉGLEMENTATION DU TRAVAIL DES ÉTRANGERS EN FRANCE

Le séjour des étrangers en France a toujours été l'objet d'une réglementation spéciale. C'est ainsi que, sans remonter jusqu'à l'ancien régime, une loi du 28 mars 1792 oblige quiconque circule dans le royaume à se munir d'un passeport, et, à l'entrée sur le territoire, à se présenter devant la première municipalité. Un décret du 24 vendémiaire an II *relatif à l'extinction de la mendicité* ordonne de reconduire à la frontière tous mendiants reconnus étrangers, en leur allouant un secours de route. Sous le Directoire, la loi du 28 vendémiaire an VI plaça tous les étrangers voyageant dans l'intérieur de la République, ou y résidant, sous la surveillance du Pouvoir exécutif,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 4, p. 60.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 19, p. 347.

qui pouvait retirer leurs passeports et leur enjoindre, par simple mesure administrative, de sortir du territoire français, s'il jugeait leur présence susceptible de troubler la tranquillité publique. Ce droit d'expulsion a été plus récemment confirmé par la loi du 3 décembre 1849.

Mais ces mesures ne répondent qu'à un but de police. Certaines d'entre elles sont, d'ailleurs, tombées en désuétude ou ne sont appliquées que très exceptionnellement (1).

De 1880 à 1890, les Chambres ont été saisies d'un grand nombre de projets de réglementation plus étroite. Toutes ces propositions étaient motivées par le danger que présente l'envahissement de la France par les étrangers, dont le chiffre s'était accru sur notre sol dans la proportion de 635 495 en 1866 à 1 115 214 en 1886. Ce danger consiste, d'une part, en ce que les mesures de surveillance sont plus difficiles à l'égard des étrangers qu'à l'égard des sujets français, à cause de la difficulté de connaître leur état civil et leurs relations personnelles, d'autre part, en ce que n'étant pas soumis à un grand nombre des charges qui incombent aux citoyens français, ces étrangers peuvent offrir leur travail à un taux plus bas que nos nationaux et arrivent ainsi à les éliminer de beaucoup d'emplois. C'est ce dernier point de vue qui a surtout fait l'objet en ces derniers temps de la préoccupation du législateur.

Différentes restrictions au séjour et au travail des ouvriers de nationalité étrangère étaient prévues dans les projets dont le Parlement était saisi :

1° Taxe de séjour frappant les ouvriers étrangers fixés en France (2);

2° Taxe spéciale établie sur les entrepreneurs et patrons occupant les étrangers, laquelle pouvait être proportionnelle au nombre des étrangers reçus dans leurs chantiers ou établissements industriels (3);

3° Fixation d'un minimum de salaire avec l'obligation, pour les entrepreneurs et patrons, de ne pas employer, à un travail identique, des ouvriers, même étrangers, au-dessous du salaire minimum établi (4).

Il s'agissait, en somme, de protéger les ouvriers français contre la concurrence que les ouvriers étrangers viennent leur faire sur notre sol, au même titre que la loi des douanes protège l'industrie nationale contre l'envahissement des produits d'origine étrangère.

La loi qui est résultée de ce mouvement d'idées est celle du 8 août 1893 *relative au séjour des étrangers en France et à la protection du travail national* (5).

Cette loi a complété le décret du 2 octobre 1888, qui avait été rendu d'urgence par le Pouvoir exécutif et qui obligeait tout étranger se proposant d'établir sa résidence en France, soit à demander son admission à domicile (6), soit à faire une déclaration de résidence selon des formes et dans des délais déterminés.

Les dispositions du décret de 1888 sont restées en vigueur comme règle générale et commune. Mais la loi du 8 août 1893 est venue imposer une obligation supplémentaire, et plus étroite encore, à l'étranger, non admis à domicile, « *arrivant dans une commune pour y exercer, à un titre quelconque, une profession, un commerce ou une industrie* », c'est-à-dire pour y travailler. Cet étranger est aussitôt encadré dans la discipline sociale : il est pris note officielle de son arrivée, de son nom, de sa naissance, de son origine, et il lui est ainsi constitué, pour le bon ordre public, un état civil.

L'étranger visé par la nouvelle loi doit, dans les huit jours de son arrivée, faire à la mairie une déclaration de résidence en justifiant de son identité. Un registre d'*immatriculation* des étrangers est, à cet effet, tenu dans chaque mairie, et un extrait de ce registre est délivré au déclarant, dans la forme des actes de l'état civil, moyennant les mêmes droits.

En outre, la loi nouvelle veut que l'étranger dont il s'agit soit suivi dans tous ses déplacements : en cas de changement de commune, l'étranger doit, dans les deux jours de son arrivée, faire viser, à la mairie de sa nouvelle résidence, son certificat d'immatriculation.

Les exigences de la loi du 8 août 1893 ne comportent aucune distinction.

Il n'est fait acception ni de sexe, ni d'âge, ni de parenté. Une déclaration *individuelle* doit être faite non seulement par le père de famille, mais encore par sa femme et par chacun de ses enfants, majeurs ou mineurs, si cette femme et ces enfants exercent, soit ensemble, soit séparément, une profession, un commerce ou une industrie.

Il n'y a pas lieu non plus de tenir compte de ce fait que les étrangers exerçant en France leur profession, leur commerce ou leur industrie, conservent à l'étranger leur domicile ou même leur résidence. Ainsi, des étrangers viennent sur notre territoire une partie de l'année, soit pour exercer un commerce, soit pour exécuter certains travaux, puis retournent dans leur pays : ces étrangers doivent, chaque fois qu'ils rentrent en France, faire une déclaration nouvelle, alors même qu'ils reviendraient dans une commune où ils auraient précédemment rempli cette formalité. La loi exige, en effet, une déclaration « pour chaque séjour distinct ».

Les sanctions pénales comportent une certaine rigueur. L'étranger qui n'a pas fait la déclaration imposée par la loi dans le délai déterminé, ou qui refuse de produire son certificat à la première réquisition, est passible d'une amende de 50 à 200 francs. Quant à celui qui a fait sciemment une déclaration fausse ou inexacte, il est passible d'une amende de 100 à 300 francs, et, s'il y a lieu, de l'interdiction temporaire ou indéfinie du territoire français. Si l'étranger expulsé rentre en France sans l'autorisation du Gouvernement, il est condamné à un emprisonnement de un à six mois, et il est, après l'expiration de sa peine, reconduit à la frontière.

Ces peines sont susceptibles d'être modérées par l'application des circonstances atténuantes, selon l'article 463 du Code pénal (art. 3). Les produits des amendes sont attribués à la caisse municipale de la commune de la résidence de l'étranger qui en est frappé (art. 4).

Ajoutons que la loi de 1893 a tenu à intéresser les patrons eux-mêmes à l'observation de ses prescriptions ; les patrons sont à ce point de vue responsables de leurs ouvriers et employés. Cela résulte de l'article 2 qui dispose : « *Toute personne qui emploiera sciemment un étranger non muni du certificat d'immatriculation sera passible des peines de simple police* ». Par arrêt du 6 novembre 1896, la Cour de cassation a jugé que les termes de cet article devaient être interprétés en ce sens qu'il suffisait que l'employeur ait connu l'extranéité de son employé pour qu'il soit coupable de ne s'être pas assuré que celui-ci était en règle avec la loi. Dès qu'on sait qu'on a affaire à un étranger, on ne doit pas, on ne peut pas l'employer *sans immatriculation préalable*. On doit lui refuser tout travail. Sinon, on encourt la pénalité, bien qu'on n'ait pas eu l'intention réfléchie et volontaire de violer la loi (1).

Une circulaire ministérielle du 24 octobre 1893 a commenté les diverses particularités d'application de la loi nouvelle. Cette circulaire prévoit entre autres hypothèses le cas où les municipalités voudraient dispenser les *étrangers indigents* du paiement des droits qu'ils doivent acquitter. L'octroi de cette faveur, dit la circulaire, serait contraire, non seulement au texte de la loi, qui ne fait pas de distinction, mais encore à son esprit; cependant, les municipalités peuvent accorder aux étrangers hors d'état d'acquitter les droits, pourtant modiques, qu'entraîne la délivrance de l'extrait, un délai de quelques jours, qui suffit à concilier la rigueur de la loi avec l'intérêt qui s'attache à certaines situations. Ces étrangers devront être avisés qu'à l'expiration de ce court délai, faute par eux d'avoir acquitté les droits, ils seront exposés à se voir appliquer les sanctions pénales inscrites à l'article 3.

Il n'est pas douteux que cette loi de 1893 n'est pas aussi « protectrice du travail national » que son titre semble l'indiquer. Elle n'impose aux étrangers que l'accomplissement de simples formalités ou le paiement de droits minimes : c'est une faible compensation des charges plus lourdes qui pèsent sur les citoyens français, et notamment des obligations militaires qui leur incombent. On n'a pas fait plus, parce qu'il a été expliqué, au cours des débats parlementaires, que le travail des Français à l'étranger n'était pas soumis à des restrictions plus graves et qu'en agissant autrement, à l'égard des étrangers en France, on s'exposerait à des réciprocités inévitables et dangereuses.

Sous la législature qui a pris fin en 1898, la question de la protection des travailleurs français contre l'emploi d'ouvriers étrangers, s'est posée de nouveau.

De nouveau ont été proposées à la Chambre des députés — soit séparément, soit par combinaison — une taxe directe sur les ouvriers étrangers séjournant en France et une taxe indirecte sur les patrons employant des étrangers.

La Commission chargée de l'étude de ces propositions s'est ralliée à un système différent, consistant surtout à limiter — selon la mesure inaugurée par la Ville de Paris — le nombre des ouvriers étrangers employés dans les travaux de l'État, des départements et des communes. C'est ce qui a été réalisé en partie par les trois décrets du 10 août 1899 (2).

Pour les autres mesures, la question est toujours pendante devant le Parlement.

Louis Rachou,
*Docteur en droit,*
*Avocat à la Cour d'appel de Paris.*

(1) L'obligation du passeport a été supprimée par des décisions remontant à 1860 et de conventions internationales signées de 1872 à 1874.

(2) Proposition Pradon (Chambre des députés, 26 novembre 1885).

(3) Proposition Steenackers (Chambre des députés, 12 juillet 1887).

(4) Cette idée a été émise par certains syndicats.

(5) Le législateur, avait déjà expressément réservé aux Sociétés d'ouvriers *français* la faculté de soumissionner, suivant certains avantages déterminés, les travaux ou fournitures faisant l'objet des adjudications de l'État, des départements et des communes (décret du 4 juin 1888 ; avis du Conseil d'État du 27 juin 1889 ; loi du 29 juillet 1893).

Cette matière a été commentée dans le *Génie Civil*, t. XXXIII, p. 396.

A Paris, selon le vœu du Conseil municipal, plusieurs fois affirmé, il ne peut être employé, pour chaque nature de travaux, dans les chantiers communaux de la Ville, plus d'un dixième d'ouvriers étrangers, c'est-à-dire qu'au moins 90 °/o des embauchages doit être réservé à nos nationaux, sous peine, pour l'entrepreneur, d'amende ou de déchéance, suivant la gravité de la contravention (voir, notamment, les délibérations du Conseil municipal de Paris, en date des 2 mai 1888, 13 juin 1890, 28 décembre 1890 et 9 mars 1891).

(6) L'admission à domicile en France est prononcée par décret ; elle confère à l'étranger la jouissance de tous les droits *civils* (art. 13 du Code civil).

(1) Cour de cassation, 6 novembre 1896, *Sirey*, 1898-1-153.

(2) Les trois décrets du 10 août 1899 ont été commentés dans le *Génie Civil*, t. XXXVI p. 122.

## VARIÉTÉS

### Appareil de lubrification multiple automatique à écoulement visible du lubrifiant.

On a installé récemment, sur les machines de l'un des steamers qui font le trafic entre Glasgow, l'Afrique et le Levant, un appareil de lubrification multiple à écoulement visible du lubrifiant, qui est caractérisé par ce fait que, tout en assurant l'écoulement automatique du lubrifiant sous pression, l'appareil en effectue le mélange avec une certaine quantité d'eau, plus ou moins grande à volonté, dans le but d'aider au refroidissement des paliers et de réduire la consommation de l'huile servant à la lubrification de ces derniers.

Cet appareil comprend, comme le montrent les figures 1 à 6, empruntées à l'*Engineering*, deux tubes d'alimentation venant de réservoirs d'eau et d'huile convenablement disposés et aboutissant à deux tubes horizontaux indépendants et superposés; le tube inférieur est pour l'eau, le tube supérieur pour l'huile. Ces deux tubes sont reliés à l'avant par des boites verticales contenant des soupapes horizontales, dont la tige fait saillie à travers la boite et qui servent à régler les débits, ainsi qu'un dispositif spécial servant à assurer le mélange de l'eau et de l'huile. Ce mélange monte alors à travers le tube de verre placé sur la boite, puis se rend aux divers organes à lubrifier.

L'ensemble de l'appareil est représenté par les figures 1, 2 et 3, tandis que les figures 4 à 6 donnent plus spécialement le détail des soupapes de réglage.

L'eau, amenée par le tube horizontal inférieur, pénètre dans la boîte verticale par un orifice, que l'on peut ouvrir plus ou moins en vissant ou dévissant la soupape (fig. 4). Les tiges des soupapes, tant pour l'huile que pour l'eau, traversent librement des presse-étoupes, mais le presse-étoupe de chacune des soupapes à huile se continue dans la boite correspondante, de façon à constituer une chambre disposée de telle sorte que l'huile et l'eau ne puissent pas se rencontrer tant que l'huile n'a pas atteint l'extrémité supérieure du cône que l'on voit en coupe sur la figure 4; à cet effet, l'huile passe seule à travers le cône en s'échappant par un orifice ménagé dans la boîte de la soupape. Cet orifice, qui est en forme de fente, sert à régler la quantité d'huile qui s'échappe par le cône. D'autres orifices permettent à l'eau de franchir le presse-étoupe qui environne l'orifice d'entrée de l'huile dans le cône; et la base du cône est, en outre, pourvue de deux orifices que l'on voit en plan sur la figure 5.

L'huile et l'eau se mélangent ainsi au-dessus du cône et se rendent, sous l'action de la pesanteur et de la pression, aux parties à lubrifier. Afin de pouvoir accroître ou réduire à volonté la pression de l'huile dans l'appareil ou la maintenir constante, on a adopté au réservoir d'huile une soupape de réglage à flotteur, de façon à maintenir dans ce réservoir un niveau constant.

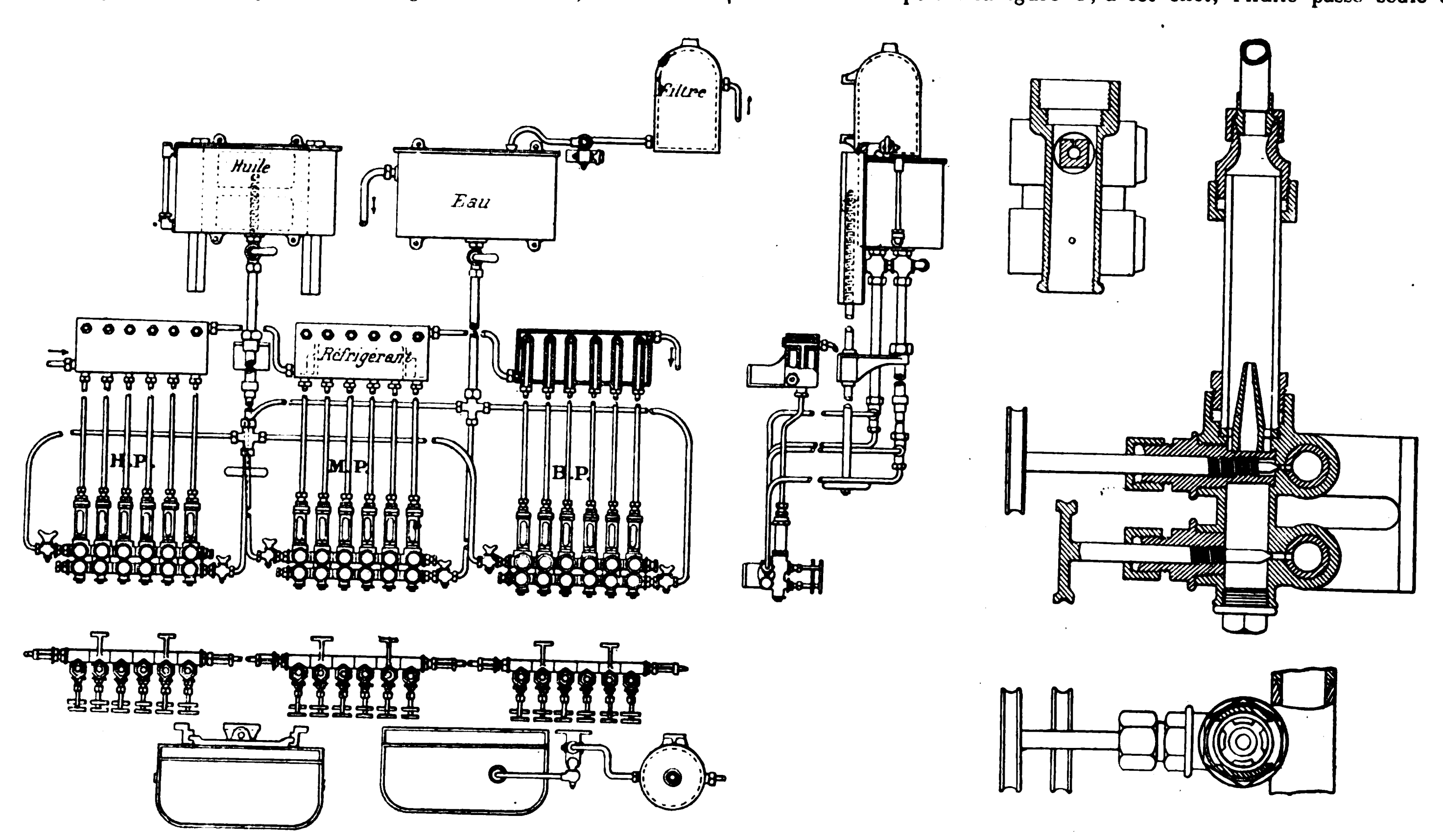



Fig. 1 à 3. — Élévation, vue en bout, et plan d'ensemble de l'appareil. Fig. 4 à 6. — Détails des soupapes de réglage.

Fig. 1 à 6. — Appareil de lubrification multiple automatique à écoulement visible du lubrifiant.

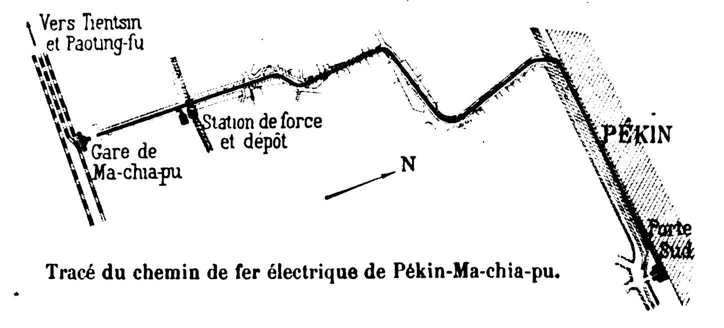
---

### Le chemin de fer électrique de Pékin-Ma-chia-pu et la station de force de Pékin.

On sait que, depuis le début de l'année 1898, la ville de Pékin est reliée au port de Tien-tsin par une ligne de chemin de fer de 160 kilom. de longueur, grâce à laquelle on peut effectuer en quelques heures un voyage qui exigeait plusieurs jours par la route fluviale du Peï-Ho. Par suite des préjugés chinois, on n'a pu établir, dans la ville de Pékin elle-même, le point terminus de cette ligne, malgré son importance future, puisque les lignes de Mandchourie et de Pékin-Hankow doivent également y aboutir. Les locomotives doivent s'arrêter à Ma-chia-pu, à 3 kilom. de la porte sud de la ville.

Pour remédier à cet état de choses, on a pu toutefois établir, entre Ma-chia-pu et la porte sud, un chemin de fer électrique destiné à être prolongé de 3 kilom., jusqu'au centre de la ville, au fur et à mesure que la population chinoise s'accoutumera à cette nouveauté. La figure ci-jointe, empruntée à la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, donne le tracé de cette ligne dont l'établissement et l'exploitation ont été confiés à la Société Siemens et Halske, de Berlin.

La ligne du chemin de fer électrique est à voie normale unique, de 1m 435. Elle part de la gare de Ma-chia-pu et suit la route macadamisée qui conduit à Pékin. Les rails Vignole, de 29kg 7 par mètre courant, reposent sur des traverses en sapin et sur un ballast en




Tracé du chemin de fer électrique de Pékin-Ma-chia-pu.

sable. Les rayons des courbes du tracé varient de 50 à 200 mètres; la voie s'infléchit, suivant une courbe de 18 mètres de rayon, sur un branchement qui conduit au dépôt des voitures et à la station de force.

Les rampes sont minimes et ne dépassent pas un centimètre par mètre. La voie passe sur deux ponts en bois, l'un au-dessus de la rivière qui alimente la station de force, l'autre sur le cours d'eau qui longe les murs de la ville. Tout le long du parcours, un certain nombre de doublement de voies sont exécutés, suffisants pour le croisement de deux trains de trois voitures.

L'arrivée du courant aux voitures s'effectue par conducteurs aériens et le retour par les rails. Les rails successifs sont reliés par des fils de cuivre que l'on a placés entre les rails et l'éclisse correspondante, afin de mieux les protéger contre tout vol.

La station de force est située à 400 mètres de Ma-chia-pu, sur une petite rivière où la création d'un barrage permet d'avoir un approvisionnement d'eau suffisant, pendant la saison sèche. Le bâtiment qui a été élevé en cet endroit se divise en trois parties : le dépôt des voitures avec les ateliers de réparation, la salle des chaudières et celle des machines. C'est une construction massive avec toiture en bois recouverte de tôle ondulée; le sol en est cimenté.

La salle des machines comporte deux machines verticales compound, sans condensation, d'une puissance de 75 chevaux et tournant à 270 tours par minute. Ces machines actionnent par courroies deux dynamos de 45 kilowatts à 500 volts. Le courant produit est conduit directement à un tableau de distribution. Les chaudières sont au nombre de deux, ayant chacune 35 mètres carrés de surface de chauffe et timbrées à 11 kilogr.; l'une de ces chaudières suffit; l'autre est de réserve. Ces chaudières sont à tubes de flamme, qui ont semblé moins difficiles à entretenir que les chaudières à tubes d'eau, étant donnée l'inexpérience du personnel chinois. L'eau d'alimentation est prise dans un puits et refoulée dans les chaudières au moyen de deux pompes Worthington, après avoir passé par un réchauffeur. Ces pompes Worthington servent également à remplir un réservoir destiné à fournir l'eau nécessaire au nettoyage des voitures. Auprès des chaudières est installé un dépôt de charbon de 20 tonnes, dont la trémie de déchargement débouche devant les chaudières. Ces divers bâtiments sont éclairés par des lampes électriques à incandescence.

Le matériel roulant comprend 4 voitures automotrices et 4 voitures remorquées; ces voitures sont à 30 places, dont 16 assises. Ces voitures pourvues d'une prise de courant à archet et d'un frein électrique sont du type ordinaire Siemens et Halske. De plus, un certain nombre de véhicules servent au transport des domestiques et des bagages. Toute l'installation a été faite par la main d'œuvre chinoise, sous la direction d'un Ingénieur et d'un chef monteur européens; tout le personnel subalterne de l'exploitation est également chinois. La ligne a été mise en exploitation en juin 1899 et ce nouveau mode de locomotion a paru alors être favorablement accueilli par la population chinoise.

La création de cette ligne de chemin de fer électrique et son succès ont engagé plus récemment une Société allemande à établir dans le voisinage une station de force pour l'éclairage de la ville de Pékin et tout d'abord du quartier des ambassades. Au moment où les derniers troubles ont éclaté, cette station de force était déjà en exploitation. La force motrice était provisoirement fournie par deux locomobiles de 200 chevaux actionnant par courroies des alternateurs. Le choix de courants alternatifs à haute tension résultait du développement assez considérable du réseau futur d'éclairage. Le courant produit pour desservir le quartier des ambassades avait une tension de 240 volts seulement. Cette tension était ramenée, au moyen de petits transformateurs, à 120 volts, avant que le courant fut distribué aux consommateurs.

---

### Nouvelle riveuse électrique.

Parmi les applications des moteurs à courant continu faites aux machines-outils, l'une des plus originales est la riveuse électrique système Kodolitsch exécutée par la Vereinigte Electricitäts-Actien-Gesellschaft, de Vienne et Budapest, et qui figure à l'Exposition universelle de Paris. Cet appareil (fig. 1) est surtout remarquable par ses formes ramassées et sa puissance relativement grande, malgré ses dimensions réduites. Il a été établi pour pouvoir poser un maximum

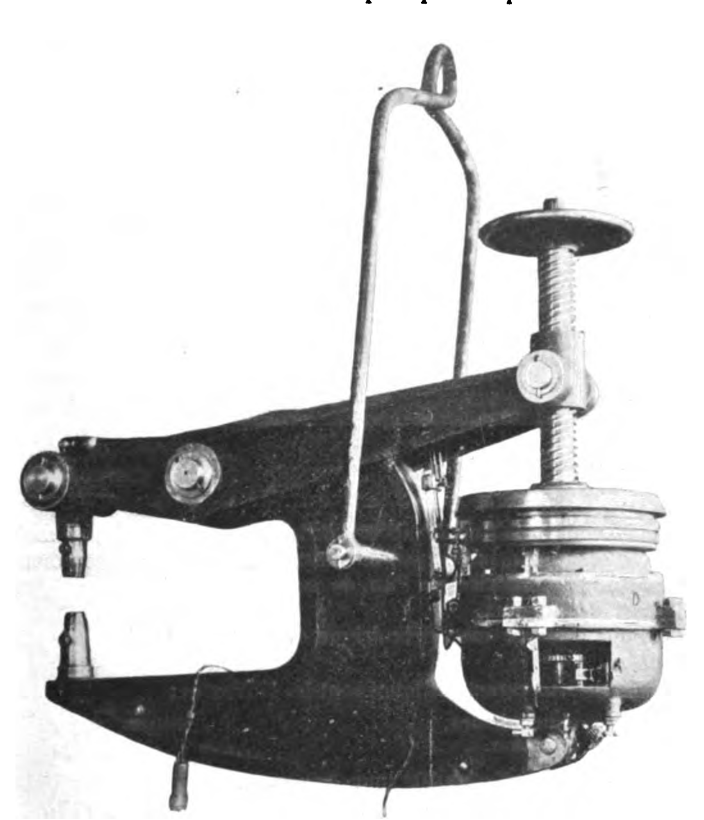


Fig. 1. — Riveuse électrique, système Kodolitsch.

de 1 200 rivets, d'environ 18 millimètres de diamètre, par heure de travail. Il est actuellement en service dans plusieurs ateliers de chaudronnerie et sur un grand nombre de chantiers de constructions métalliques.

La figure 2 permet de se rendre compte des particularités les plus intéressantes de cette machine, qui est basée sur le principe suivant. Un électro-moteur cuirassé F, renfermé dans une enveloppe I, en forme de capsule, communique son mouvement de rotation, au moyen d'un accouplement électrique, à une masse D qui reçoit de ce chef, au moment opportun, une certaine accélération; la force vive emmagasinée par cet organe est transformée en un effort de pression, pendant le court intervalle de temps nécessité par le rivetage. Il est possible d'exercer ainsi une pression pouvant s'élever à 40 tonnes, ce

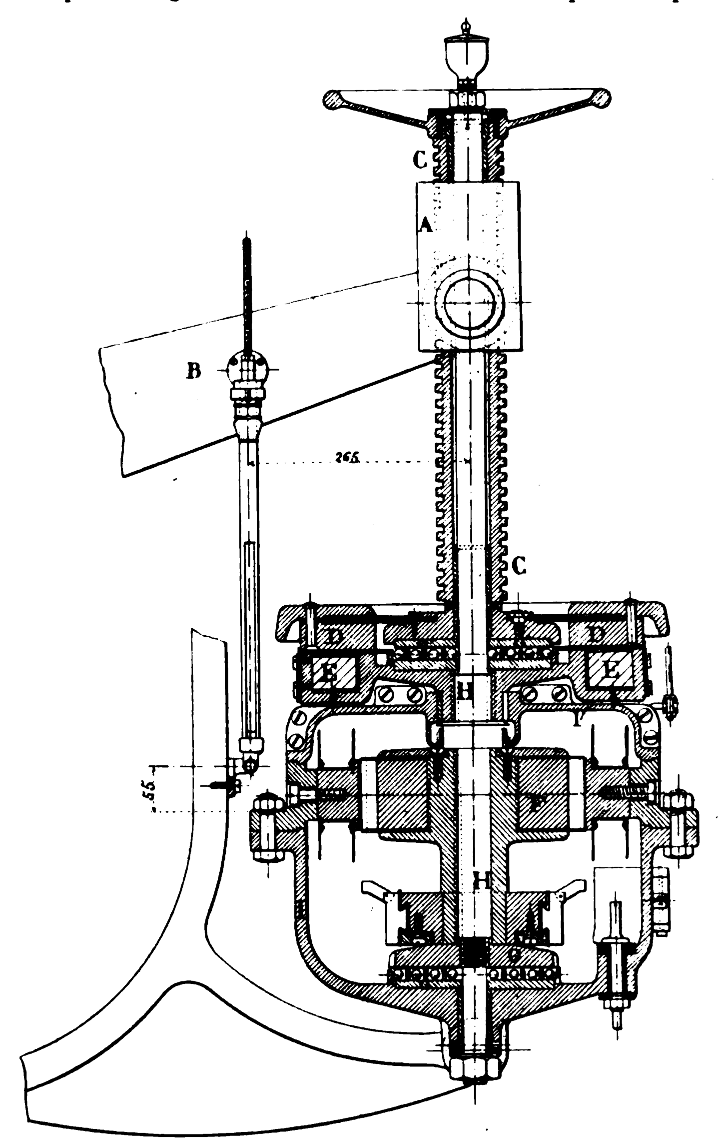



Fig. 2. — Coupe par l'axe du mécanisme de la riveuse électrique.

qui suffit pour écraser, d'un seul coup, des rivets de 25 millimètres de diamètre.

Le moteur, tournant à vide, entraine une bobine E, clavetée sur le même arbre vertical H. Les coussinets G, G' des parties tournantes sont à billes, afin de réduire les frottements. Si l'ouvrier vient à appuyer sur un bouton placé dans sa main, et permettant d'envoyer une partie du courant électrique, pris en dérivation, dans la bobine E, celle-ci s'aimante fortement et attire la masse de fer D qui est indépendante de l'arbre central H. Cette masse se trouve donc entraînée par friction et met en mouvement la vis creuse C qui lui est reliée par sa base. L'écrou A monte le long de la vis et fait abaisser le bras mobile B de la riveuse, lequel porte la bouterolle à son extrémité. Au moment précis où cette dernière touche le rivet, le courant est interrompu par un commutateur automatique, afin de ne pas créer de court-circuit dans le moteur, et, les masses rotatives continuant leur mouvement en vertu de l'inertie, l'écrasement de la tête du rivet se produit. Comme conséquence de la rupture du courant, le bras B se relève automatiquement et l'écrou de la vis redescend à sa position initiale ; une nouvelle phase peut commencer.

Il y a lieu de remarquer que la pression, dans cette machine, n'est pas fournie par l'énergie électrique, mais par l'énergie mécanique accumulée dans les masses tournantes. Le fonctionnement, à vide, absorbe 700 watts et, pendant la période nécessaire à l'accélération des organes D, C et A, il en absorbe 5000.

Cette riveuse électrique a, sur les machines similaires mues hydrauliquement, l'avantage d'être plus légère, de ne pas exiger l'établissement de canalisations et de permettre l'emploi du rivetage mécanique en plein air, dans toutes les saisons sans crainte de la gelée.

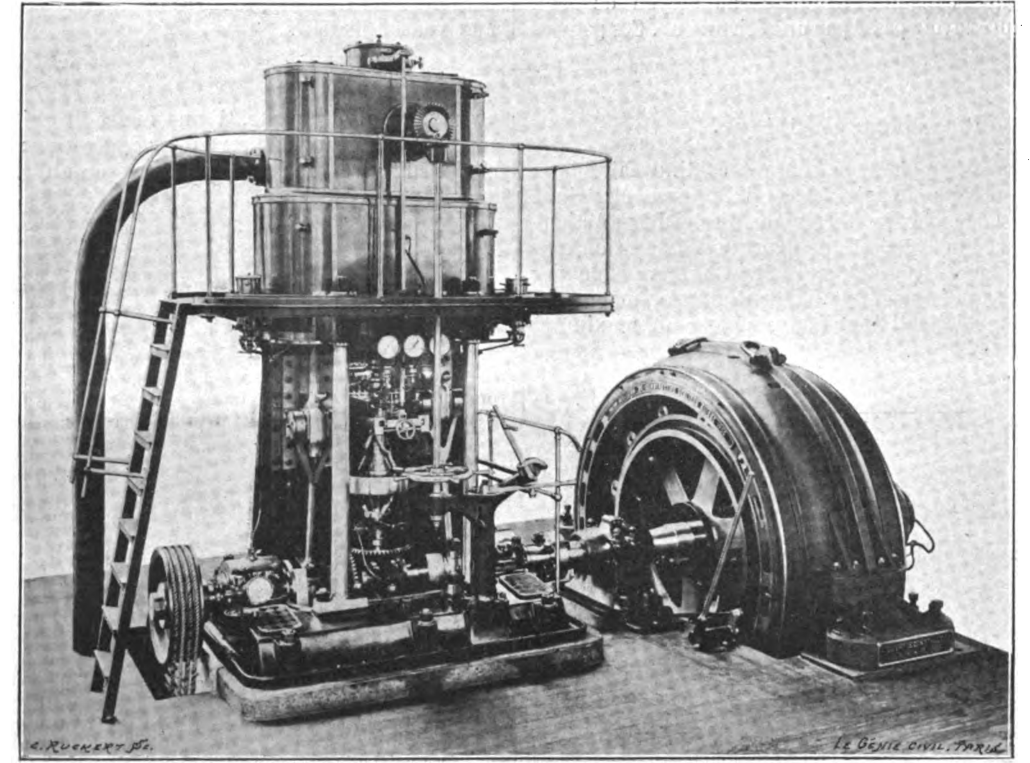
---

## Machine à vapeur verticale, système Sulzer.

Nous avons déjà eu l'occasion de signaler, parmi les moteurs installés à l'Exposition, quelques types nouveaux de machines à vapeur à grande vitesse (1), destinées à être accouplées directement aux dynamos génératrices d'énergie électrique pour l'éclairage.

L'intérêt de cette application des moteurs à grande vitesse, à accouplement direct, réside principalement en ce que la machine motrice tournant plus vite, les variations inévitables de vitesse pendant une révolution deviennent insensibles à l'œil, les variations de voltage du courant électrique produisant dans la lampe des pulsations trop rapprochées pour être perceptibles. De plus, par l'accouplement direct, on supprime les courroies de transmission, qui sont encombrantes et nuisibles au rendement.

Les Établissements Sulzer frères, de Winterthur, ont installé à l'Exposition une machine à vapeur verticale, qui a été étudiée en vue de résoudre les difficultés que soulève l'emploi de ces moteurs à grande vitesse et dont il n'est pas sans intérêt de signaler les dispositions caractéristiques. La machine est établie dans le voisinage des deux puissantes machines horizontales de 1 700 et 750 chevaux, à distribution par soupapes, que cette même maison fait figurer dans la classe 19 et que nous aurons l'occasion de décrire prochainement en détail.



Machine verticale jumelle-tandem, système Sulzer.

Cette machine verticale, jumelle-tandem, à quatre cylindres, est pourvue de tiroirs de distribution rotatifs. Elle est accouplée à un alternateur de la Société d'Oerlikon.

Nous nous bornerons à signaler quelques-unes de ses dimensions principales :

Le diamètre des deux cylindres à haute pression est de $0^m280$ ; celui des deux cylindres à basse pression est de $0^m450$ ; la course des pistons est de $0^m400$.

Le nombre de tours par minute est égal à 250.

Pour une pression de vapeur vive de 11 atmosphères et une admission normale de 25 % aux petits cylindres, la puissance développée par cette machine est de 385 chevaux indiqués, soit 350 chevaux effectifs. Sa puissance maximum est donnée pour une admission de 45 % aux petits cylindres ; elle est de 515 chevaux indiqués, soit 475 chevaux effectifs.

A cause des grandes vitesses des pistons, soit 3 à 4 mètres par seconde, les pièces en mouvement sont complètement équilibrées. Le nombre de ces pièces est d'ailleurs réduit au minimum ; chaque paire de cylindres est desservie par un seul tiroir rotatif.

Le bâti est venu de fonte avec la plaque de fondation ; sa forme permet d'accéder facilement aux têtes de pistons et aux glissières. L'accouplement entre l'axe du régulateur et la tige des tiroirs est rompu automatiquement dès que ces tiroirs rencontrent une résistance anormale.

Tous les paliers et boulons d'articulation sont lubrifiés automatiquement au moyen d'un distributeur d'huile ; une pompe de circulation y ramène constamment l'huile, après filtration.

La pompe à air est conduite, au moyen de câbles en coton, par une poulie à gorges en porte-à-faux sur l'un des côtés de la plaque de fondation.

Des essais de consommation ont été faits, en avril 1900, avec une machine analogue dans la station de force de Luterbach, de la Société de l'« Aare und Emmenkanal », à Soleure. On a constaté une consommation de vapeur de $7^{kg}78$ à 8 kilogr. de vapeur par cheval indiqué et par heure, pour une pression de vapeur à l'admission de 9,26 à 9,06 atmosphères et pour une charge de 297 à 314 chevaux indiqués.

Une seconde machine à vapeur verticale à grande vitesse, moins importante, a été installée, par la même maison, pour la commande de la dynamo excitatrice de l'un de ses deux groupes électrogènes, celui de 1 500 chevaux.

C'est une machine monocylindrique de 30 chevaux, à distribution par piston.

Ses dimensions caractéristiques sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Diamètre du cylindre. . . . . . . . . . . . . . | mètres. | 0,200 |
| Course du piston. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 0,200 |

L'arbre moteur effectue 300 tours par minute.

En outre de ces deux machines à vapeur verticales à grande vitesse, les Établissements Sulzer frères exposent, installées dans l'usine Suffren, deux machines à vapeur horizontales, spécimens perfectionnés de leur type connu de machines à distribution par soupapes.

L'une de ces machines, d'une puissance normale de 1 700 chevaux indiqués, soit 1 500 chevaux effectifs, est accouplée à un alternateur-volant Brown, Boveri et Cie.

L'autre, d'une puissance normale de 750 chevaux indiqués, soit 650 chevaux effectifs, est accouplée à un alternateur-volant, système Rieter.

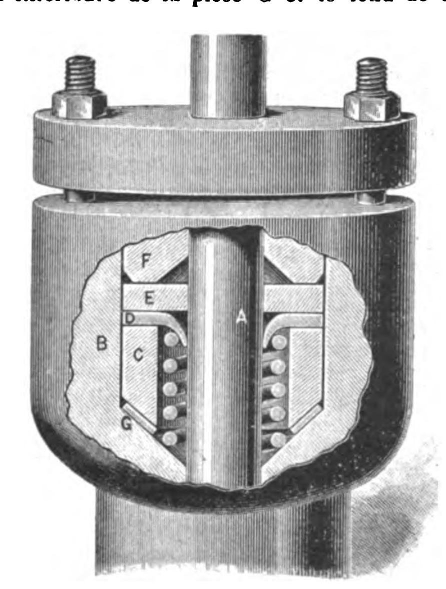
---

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 19, p. 337, et n° 24, p. 427.

## Nouvelle garniture de tige de piston hydraulique.

Le type de garniture, que représente la figure ci-dessous empruntée au *Scientific American*, et qui est destiné à être appliqué aux tiges de pistons ou aux pistons hydrauliques, a été combiné de façon à empêcher le passage du fluide dans un sens et dans l'autre.

Le cylindre hydraulique porte une boîte B munie d'un couvercle F. Le piston plongeur A se déplace dans le cylindre d'un mouvement de va-et-vient. La boîte B contient une pièce annulaire C, à l'intérieur de laquelle se trouve, autour du piston A, un ressort à boudin s'appuyant sur le fond de la boîte. Une rondelle annulaire de cuir G est interposée entre la partie inférieure de la pièce C et le fond de la boîte B. La partie supérieure de la pièce C sert de siège à une garniture formée d'un cuir embouti D, recourbé vers le bas, de telle sorte qu'il vient rencontrer l'extrémité supérieure du ressort à boudin. Sur le cuir embouti D repose un anneau E sur lequel presse le couvercle F; la partie extérieure du cuir embouti D se trouve ainsi pincée entre la pièce annulaire C et l'anneau E, tandis que sa partie intérieure est libre de suivre les mouvements du piston plongeur A.



Garniture de tige de piston hydraulique.

Pendant la course descendante, ou course de compression du piston, le cuir D se trouve appliqué contre lui surtout par la pression qui se développe dans le cylindre. Lorsque le piston remonte, c'est le ressort à boudin qui appuie le cuir embouti D contre le piston A et empêche ainsi l'entrée de l'air dans le cylindre lorsqu'il se produit une raréfaction dans ce dernier pendant le déplacement du piston vers l'extérieur.

## CORRESPONDANCE

### Imperfections des cycles des moteurs thermiques.

A la suite de l'intéressante étude sur les *Imperfections des cycles des moteurs thermiques* qu'il a publiée dernièrement dans le *Génie Civil* (1), M. Duperron, ancien élève de l'École Polytechnique, a reçu de M. J. Deschamps, Ingénieur civil, la Note suivante, qu'il nous prie d'insérer en la faisant suivre d'une Note qu'il a lui-même rédigée en réponse aux observations de M. Deschamps.

#### I. — Note de M. Deschamps.

M. Duperron a exposé, dans les numéros du *Génie Civil* du 26 mai et du 2 juin, une théorie fort séduisante des moteurs à gaz. Malgré le vice de toutes les théories basées sur l'inactivité des parois, la conception des cycles équivalents et leur substitution à tel autre cycle est fort originale et, je crois, pleine d'avenir.

Malheureusement, je crois devoir signaler une petite erreur à la base. — Il peut y avoir des diagrammes équivalents ayant comme trajets l'adiabatique CD et la ligne DE, mais fermés par une courbe EC′ n'aboutissant pas au point C. — Il suffit que la surface ECC′E soit nulle; c'est ce que j'ai figuré en EC′D. Le nouveau diagramme EC′D jouit des mêmes propriétés que celui que M. Duperron a considéré en ECD, et la courbe EC′ peut elle aussi être de la forme $dq = Kdp$.

Ceci montre le vice d'une théorie échafaudée sur les propriétés particulières du point C. D'ailleurs, en pratique, ce point C n'existe pas, la courbe de combustion et celle de détente se rencontrant tangentiellement en un point très incertain et fréquemment en dehors du diagramme.

Si j'ai bien compris la signification du point E représentant l'état initial des gaz, il sera, en général, très voisin de A. Il se confondra même avec A dans le cas où l'admission a lieu à la pression atmosphérique. Aussi me semble-t-il que la courbe EC sera, en général, convexe et non concave. Dans le théorème sur le rendement en fonction de la pression, deux courbes EC, EC′ peuvent, en tous cas, se rencontrer, ce qui en infirme la démonstration.

Ce théorème peut ainsi s'énoncer d'ailleurs sans faire intervenir la pression des points C et C′.

Pour deux combustions donnant la même quantité de chaleur, le rendement est d'autant meilleur que l'entropie de la courbe de détente adiabatique est plus faible.

C'est évident, puisque la chaleur donnée est la même et que la chaleur restituée est d'autant plus petite que la température des gaz est plus faible à la fin de la détente.

Jules Deschamps.

#### II. — Réponse à la Note de M. Deschamps.

Les objections que me fait M. Deschamps paraissent sérieuses si on se contente de les examiner superficiellement, car il semblerait que toute ma théorie et mes conclusions échafaudées sur des bases aussi légères sont à rejeter complètement. Il n'en est rien, fort heureusement, et je profite avec empressement de l'occasion qui m'est offerte de préciser un peu certaines explications au sujet de la méthode que j'ai employée dans mon étude.

Tout d'abord l'hypothèse de l'inactivité des parois n'a rien de bien gênant, quand on se propose dans la suite d'en tenir largement compte et que l'on corrige dans la mesure voulue les résultats de la théorie. Il serait, en effet, absolument impossible de démêler, d'une façon quelque peu précise, l'influence du refroidissement dans un cylindre moteur, sur le cycle décrit par le véhicule, si on ne prenait le soin d'examiner d'abord ce qui se passe indépendamment de ce refroidissement. — N'est-il pas plus commode, par exemple, d'examiner tout d'abord la chute des corps dans le vide, pour étudier et mesurer ensuite l'influence de la résistance de l'air, plutôt que d'envisager immédiatement le phénomène complexe? Ici la théorie nous permet d'obtenir certains résultats indépendamment de l'activité des parois; profitons-en pour mettre ensuite nettement en évidence l'influence fâcheuse à tous les points de vue de la perte d'énergie par conductibilité ou rayonnement. C'est ainsi que nous trouvons avec leur degré d'importance toutes les causes qui diminuent le rendement d'une machine thermique, en superposant des diagrammes à des cycles théoriques.

Quant à la petite erreur, à la base, que M. Deschamps croit avoir aperçue, elle ne pourrait infirmer, en tous cas, que certaine démonstration et non la théorie tout entière. Nous allons examiner ce qu'il faut en penser.

La courbe EC′ jouit des mêmes propriétés que la courbe EC, cela est absolument exact, et il me semble que, dans les notions sur les cycles équivalents, j'ai suffisamment insisté sur *l'indétermination complète* du trajet EC pour envisager le trajet EC′C de M. Deschamps, tout comme j'ai moi-même envisagé d'autres trajets renfermant des adiabatiques, par exemple, celle du point E. Mais le point E, comme le point C, m'est donné d'avance pour une certaine machine et comme je veux comparer cette machine à une autre dans des conditions déterminées, je raisonnerai aussi bien avec un trajet EC satisfaisant à la condition $dq = Kdp$ qu'avec tout autre trajet même formé d'une adiabatique, et la substitution du cycle équivalent au cycle primitif *n'est qu'un simple procédé de démonstration.*

Toutefois, la remarque fort judicieuse de M. Deschamps m'engage à faire une légère restriction à propos de la situation du point C′ voisin du point C (fig. 4 du texte, page 56). Je supposerai donc que ce point C′ n'est pas sur l'adiabatique de C, c'est-à-dire que l'entropie de C′ diffère de celle de C. Dans ces conditions, si le point C′ correspond à une pression plus élevée, son entropie ne peut être que plus faible et, par suite, le rendement est plus grand; inversement si le point C′ correspond à une pression plus faible, son entropie ne peut-être que plus forte et, par suite, le rendement est plus petit. Il ne faut pas oublier pour cela, que les machines que nous comparons ont, dans leurs diagrammes, le point E commun, c'est-à-dire que la masse gazeuse dans ces machines est la même *après réaction.*

Je ne partagerai cependant pas l'avis de M. Deschamps, en ce qui concerne sa manière d'énoncer le théorème sur les rendements et de le généraliser. Je me suis, en effet, bien gardé de faire intervenir l'entropie quand j'ai dit *que le rendement dépendait de la situation du point* C, et j'ai établi avec soin deux théorèmes indépendants, car, pour moi, la notion de l'entropie n'est pas assez nette pour l'introduire dans l'énoncé d'un théorème de thermo-dynamique appliquée. Il faut, dans la pratique, des termes de comparaison plus précis que l'intégrale $\int \frac{dq}{T}$ et je préfère de beaucoup parler de pression et de température. Ne sera-t-on pas obligé, en effet, nécessairement, d'avoir recours à ces éléments et de les préciser, lorsqu'on étudiera l'influence des parois?

Quoi qu'il en soit, il est bien évident que si on trouvait le moyen de définir simplement une entropie, de la comparer à une autre et, par suite, de la mesurer, la notion claire de ce nouvel élément des véhicules des machines thermiques ferait faire des progrès intéressants et extrêmement curieux.

Je ferai remarquer, pour terminer, que la situation du point A par rapport à celle du point E, représentant la masse gazeuse après réaction ramenée à la pression et à la température du condenseur, n'a aucune influence sur la forme de la courbe EC. En tous cas, pour aller de E en C, j'ai choisi une courbe où $\frac{dp}{dv}$ va constamment en croissant ou en décroissant suivant les valeurs de K, c'est-à-dire les positions relatives des points E et C dont dépend, par suite, la concavité ou la convexité de cette courbe.

Il me paraît donc nettement établi que les conclusions de mon étude sur les machines à gaz subsistent entièrement. Elles sont, du reste, pleinement vérifiées par l'expérience, et la réalisation pratique du générateur, dont j'ai parlé à la fin du deuxième article (n° 5, page 82), permettra sans doute de constater les avantages prévus par la théorie, relativement à la transformation en travail, de la chaleur emmagasinée dans un véhicule à température convenable.

O. Duperron.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 4, p. 55 et n° 5, p. 79.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Société des Ingénieurs civils.

*Séance du 5 octobre 1900.*

**Présidence de M. Ch. Baudry, Vice-Président.**

I. — M. R. Soreau présente une communication sur la *Nomographie et ses applications à l'art de l'Ingénieur*.

Après un court historique de la représentation des équations par des abaques, où se rencontrent surtout les noms de MM. Lalanne, Lallemand et d'Ocagne, M. Soreau expose l'état actuel de la question, en y ajoutant le résultat de ses recherches personnelles.

Il passe rapidement sur les équations à deux variables, puis donne les procédés de représentation des équations à trois variables par abaques à entrecroisement.

Dans le cas où les trois réseaux sont rectilignes, on peut leur substituer avec avantage trois courbes, et l'alignement de trois points donne une solution de l'équation proposée : on a alors les abaques à alignement de M. d'Ocagne. Introduisant la notion nouvelle de l'ordre nomographique $p$, M. Soreau détermine, d'après les caractères fonctionnels de l'équation, le nombre de courbes qui se réduisent à des droites : ce nombre est $6 - p$. Il classe les équations d'après cette notion nouvelle et donne de nombreux exemples empruntés aux arts industriels. M. Soreau expose enfin et complète en certains points la théorie des échelles binaires de M. Lallemand et celle des points à deux cotes de M. d'Ocagne.

L'auteur montre l'économie de temps résultant de l'emploi des abaques dans les arts industriels les plus divers : terrassements, murs de soutènement, jauge des navires, distribution d'eau, ballast, vitesse de perforation des plaques de blindage, etc. Il termine en citant deux exemples des facilités apportées par l'emploi des abaques à la résolution de divers problèmes. L'un d'eux est relatif à la détermination, par M. Rateau, Ingénieur des Mines, de la loi de la consommation théorique des machines à vapeur et l'autre à la détermination, par M. Soreau, d'une loi relative aux efforts tranchants maximum dans une poutre métallique supportant un convoi.

II. — M. P. Horsin-Déon fait une étude de *la transformation de la fabrication du sucre en France, depuis la loi de 1884*.

M. Horsin-Déon compare d'abord l'industrie sucrière en France aux grandes industries du fer et du charbon et montre que les produits de la sucrerie s'élevant à 250 millions de francs, tandis que la houille ne donne que 240 millions et le fer 220 millions, cette industrie est une des plus grandes de la France. Il ajoute que la sucrerie occupe 65 000 ouvriers d'usines, 110 000 dans les champs, qu'elle nourrit 100 000 bœufs, enfin qu'elle emploie 75 000 chevaux-vapeur, et que son matériel a une valeur de plus de 200 millions de francs. Quant au Trésor, la sucrerie lui rapporte 170 millions, le sucre payant un impôt dont la valeur est environ le double de celle du produit fabriqué. Aussi tous les changements de législation ont-ils une répercussion énorme sur les méthodes de travail et aussi sur le matériel employé en sucrerie.

L'auteur passe en revue les méthodes de prélèvement de l'impôt, dans les différents pays, et conclut que c'est celui qui frappe la matière première, la betterave, qui a le mieux servi l'industrie sucrière. Il donne à ce sujet l'exemple de l'Allemagne et de l'Autriche.

Avant la loi de 1884, l'impôt en France portait sur le sucre fabriqué ; il en était résulté un certain relâchement dans les procédés de fabrication et dans la construction du matériel. Depuis la loi de 1884 qui fait porter l'impôt sur la betterave, de notables progrès ont été réalisés que M. Horsin-Déon passe en revue.

Il explique les difficultés techniques que l'on rencontre en sucrerie, par l'instabilité de la nature de la matière première, la betterave, dont la composition varie avec les années et les époques mêmes de fabrication.

M. Horsin-Déon traite alors les parties de l'évaporation ; il rappelle qu'en 1887 il a fait une conférence à la Société des Ingénieurs Civils, dans laquelle il faisait connaître les lois de la condensation qu'il avait établies, et grâce auxquelles il lui fut permis de calculer sans erreur possible les appareils d'évaporation les plus compliqués. C'est ainsi qu'il put faire construire non seulement des quadruple-effets et des quintuple-effets de marche irréprochable, mais qu'il donna les plans d'un sextuple effet pour l'Égypte, appareil le plus colossal qui ait jamais été établi, et dont les premières caisses ont 1 000 mètres carrés de surface de chauffe. Il explique comment Rillieux, l'inventeur du triple-effet, émit le principe, en 1882, des chauffages à effets multiples combinés avec les appareils à effets multiples d'évaporation, idée qui a permis de faire de grosses économies de combustible en sucrerie, économies qui ont monté parfois jusqu'à 50 °/ₒ du charbon employé avec le triple-effet seul.

Enfin M. Horsin-Déon passe à la cristallisation du sucre. Il indique les anciennes méthodes de cuite, de turbinage suivies de la cristallisation en emplis, et expose les procédés de Steffen, relatifs à la cuite méthodique avec rentrées d'égout et à la cristallisation en mouvement, au moyen du malaxeur Bocquin. Il termine en donnant diverses indications sur les générateurs, sur l'emploi de l'électricité en sucrerie et sur les transports de force qui s'y généralisent rapidement depuis quelques années. Toutes ces nouveautés sont dues à l'esprit d'initiative qu'a fait naître chez les fabricants la loi de 1884.

A l'appui de sa communication, M. Horsin-Déon montre la projection de photographies faites dans diverses usines d'Europe et d'Égypte.

A. B.

### Académie des Sciences.

*Séance du 8 octobre 1900.*

**Électricité.** — *Recherches sur l'effet inverse du champ magnétique que devrait produire le mouvement d'un corps électrisé.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. Lippmann.

M. G. Lippmann, appliquant aux expériences de M. Rowland sur la convection électrique le principe de la conservation de l'énergie, a montré que, réciproquement, des variations magnétiques devraient produire un mouvement des corps électrisés placés dans le champ.

La force pondéromotrice d'induction qui causerait ce mouvement devrait être égale à $\mu \frac{dH}{dt}$ ; $\mu$ désignant la charge du corps, $\frac{dH}{dt}$ la vitesse de variation du champ magnétique. Le sens du mouvement serait celui dans lequel se propagerait un courant induit dans une spire de fil occupant la trajectoire que le corps électrisé peut suivre, ou le sens inverse, suivant que la charge serait positive ou négative.

M. V. Crémieu s'était proposé de vérifier l'existence de cette force pondéromotrice. Il décrit l'appareil dont il s'est servi et l'expérience qu'il a effectuée. La force pondéromotrice d'induction aurait dû produire, sur une échelle placée à 1 m 10 du miroir, des déviations de 100 à 140 millimètres. Il n'a pu en observer aucune.

Si l'on rapproche ce résultat expérimental de celui que l'auteur a publié antérieurement relativement à l'effet direct de convection électrique, il semble bien que le déplacement d'un corps électrisé ne produise pas de champ magnétique le long de sa trajectoire.

**Chimie minérale.** — *Sur le siliciure de fer* $SiFe^2$ *et sur sa présence dans les ferrosiliciums industriels.* Note de M. P. Lebeau, présentée par M. H. Moissan.

M. P. Lebeau a préparé, par l'action du siliciure de cuivre sur un excès de fer, le siliciure de fer cristallisé $SiFe^2$.

Ce composé est identique au siliciure antérieurement décrit par M. Henri Moissan. Il est peu altérable par les acides et les alcalis, sauf cependant par l'acide chlorhydrique concentré ou étendu, qui le dissout complètement. Ce corps se rencontre dans les ferrosiliciums industriels renfermant 10 à 20 °/ₒ de silicium auxquels il communique ses propriétés ; les produits contenant plus de 15 °/ₒ de silicium ne s'attaquant plus que difficilement par l'acide azotique, s'ils ne sont pas finement pulvérisés.

**Chimie organique.** — I. — *Sur un nouveau produit pyrogéné de l'acide tartrique.* Note de M. L.-J. Simon, présentée par M. H. Moissan.

Dans la calcination de l'acide tartrique en présence de bisulfate de potassium, il se produit, à côté de l'acide pyruvique et de l'acide pyrotartrique, un nouvel acide que M. L.-J. Simon a réussi à isoler.

Les cristaux de ce corps, purifiés par cristallisation dans l'alcool chaud, fondent à 164° après avoir suinté vers 158° ; ils se resolidifient spontanément à 156°. Le nouveau composé se sublime facilement sous l'action de la chaleur en aiguilles parfaitement blanches et quelquefois en lamelles transparentes ; il se volatilise déjà sensiblement à l'étuve à 110°. Il cristallise dans l'alcool en petits prismes assez massifs ; dans l'eau bouillante, il est assez soluble (environ 4 °/ₒ) et par refroidissement il cristallise en fines aiguilles qui, séchées dans le voisinage de 100°, fondent également à 164°. Il est également soluble dans l'éther, qui l'enlève à sa solution aqueuse et l'abandonne par évaporation en cristaux très brillants et très réfringents. Enfin, il est également soluble dans l'acide acétique, ce qui permet de fixer sa grandeur moléculaire.

Ce corps est un acide faible, neutre à l'hélianthine, acide à la phtaléine et au tournesol. Sa composition est représentée par $C^7H^8O^3$. Cet acide n'est pas saturé : il fixe le brome à froid ; il réduit le permanganate à froid, mais est sans action sur les solutions de Fihling, à chaud comme à froid.

L'acide isolé par M. P. Lebeau est isomère de l'acide pyrotritartrique, mais il est distinct de celui-ci. L'auteur ne pense pas qu'il appartienne au groupe des acides du furfurane.

II. — *Dérivés acétylés de la cellulose et de l'oxycellulose.* Note de MM. Léo Vignon et F. Gerin, présentée par M. Henri Moissan.

L'étude des dérivés acétylés de la cellulose et de l'oxycellulose présente un intérêt particulier pour la détermination des fonctions alcooliques de la cellulose ; on sait, en effet, que par l'action de l'acide nitrique, la molécule cellulosique est à la fois nitrée et rendue aldéhydique. Pour la formule en $C^6$, on obtient au maximum un dérivé trinitré en même temps que la molécule initiale est transformée en oxycellulose qui n'est autre chose qu'une aldéhyde de la cellulose. Or, il se pourrait que la fonction aldéhydique CHO ait pris naissance par oxydation d'un groupe alcoolique primaire $CH^2.OH$, qui serait ainsi soustrait à l'éthérification nitrique, de telle sorte que la cellulose initiale renfermerait (pour $C^6$) $CH^2.OH$ rendu aldéhydique et $(CH.OH)^3$ éthérifiés par l'acide nitrique, soit au total quatre fonctions alcooliques.

Pour élucider cette question, MM. L. Vignon et F. Gerin ont acétylé la cellulose et l'oxycellulose par l'anhydride acétique et le chlorure de zinc ; et, comparativement, ils ont acétylé la cellulose avec l'acide acétique et le zinc.

De leurs expériences il résulte que l'on peut admettre, en somme, que la cellulose et l'oxycellulose donnent un dérivé tétraacétylé. Mais, le dérivé de l'oxycellulose ayant conservé ses fonctions aldéhydiques, l'hypothèse attribuant à la cellulose une fonction alcoolique primaire et trois fonctions alcooliques secondaires n'est pas justifiée.

Il n'est pas prouvé non plus, par ces expériences, que la cellulose renferme 4(OH) alcooliques. L'acétylation, en effet, n'est pas une réaction nette comme la nitration. Celle-ci donne le rendement théorique, tandis que l'acétylation ne fournit qu'un faible rendement et qu'elle est accompagnée de goudrons en quantité relativement considérable : on n'est pas autorisé, en somme, à considérer la molécule des dérivés acétylés obtenus comme ayant conservé le poids et la structure essentielle de la molécule cellulosique initiale.

G. H.

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

**Les Compagnies de l'Est et de Paris-Lyon-Méditerranée à l'Exposition de 1900.** — La *Revue générale des Chemins de fer* a publié, dans son numéro d'août, une notice, accompagnée de dessins et de photographies, relative aux objets exposés par les Services du Matériel et de la Traction des Compagnies de l'Est et du P.-L.-M., soit au Champ-de-Mars, soit à l'annexe de Vincennes.

En ce qui concerne la Compagnie de l'Est, nous signalerons une locomotive compound à quatre cylindres pour voyageurs, reposant sur quatre essieux, dont deux accouplés et un bogie à l'avant, à laquelle est attelé un tender d'une contenance de 20 mètres cubes. Puis, trois voitures de diverses classes, à couloir latéral, avec water-closets et cabinets de toi-

lette, un fourgon à bagages, un wagon plat de 15 tonnes, quelques organes accessoires pour véhicules tels que boîtes à huile munies de leurs coussinets, un signal d'alarme pour voitures à voyageurs, un accouplement métallique pour le chauffage par la vapeur et l'air comprimé combinés, etc. Dans le matériel d'atelier figurent deux machines portatives à démouler les sabots de frein, une machine à faire les noyaux en sable de fonderie, des fraises, une foreuse pour les petits trous de 3mm5 de diamètre, des tuyères d'injecteurs, un porte-outil pour tournage de rotules sphériques, enfin divers appareils de vérification et de réglage pour le montage des locomotives.

La Compagnie P.-L.-M. a exposé deux machines compound à quatre cylindres, dont l'une, à deux essieux accouplés, est destinée à remorquer des trains rapides de voyageurs et l'autre, à trois essieux accouplés, peut faire un service mixte. Cette dernière est accompagnée de son tender, d'une capacité de 10m³25. Viennent ensuite une locomotive électrique à accumulateurs, construite à titre d'essai, trois voitures à couloir pour voyageurs et un wagon pour le transport des primeurs. Mentionnons en dernier lieu deux appareils dont le dernier seul présente un caractère de nouveauté : un chronotachymètre enregistrant toutes les circonstances de la marche d'une locomotive, et un servo-moteur pneumatique dont le but est de permettre aux mécaniciens des trains électriques appelés à circuler sur la ligne du Fayet à Chamonix, de commander simultanément les régulateurs de toutes les voitures automotrices.

**Les installations des voies ferrées du port de Venise.** — Le port de Venise est desservi par un réseau de voies ferrées assez développé, formé de deux faisceaux de lignes rayonnant autour de deux gares : la station centrale et la station maritime, la première spécialement destinée aux arrivages et aux expéditions continentales, la seconde, plus particulièrement affectée aux marchandises du commerce maritime.

Le développement actuel des voies, dans les dépendances de la station centrale, atteint 12 kilom. environ, comportant une cinquantaine d'aiguillages et cinquante-cinq plaques tournantes pour la manœuvre des locomotives et des voitures. Dans le voisinage sont installées sept grues à main de une tonne et six grues hydrauliques; cinq d'entre ces dernières sont fixes dont une d'une puissance de 12 tonnes et les autres de 1t5; la sixième grue, de 1t5, est mobile. Les magasins affectés aux marchandises occupent une surface de 6472 mètres carrés, dont 3640 pour les arrivages et 2832 pour les expéditions. Le mouvement annuel des marchandises à petite vitesse seulement est de 300000 tonnes environ.

La station maritime, d'une création plus récente, comporte environ 17500 mètres de voies, avec quatre-vingts aiguillages et cinquante plaques tournantes. Les manœuvres s'effectuent au moyen de quatre grues fixes à main d'une puissance de 1 à 6 tonnes; douze grues mobiles de 13 tonnes; treize grues hydrauliques, dont une fixe de 20 tonnes. Les quais auxquels peuvent accoster les navires d'un tirant d'eau de 4 à 9 mètres sont reliés à cette station; ces quais ont un développement de 2300 mètres; 500 mètres de quai sont encore en construction. Le *Genio Civile* (tome XXXVIII, n° 19) décrit en détail ces installations et s'étend en particulier sur les installations hydro-dynamiques qui vont être faites à la station maritime.

Ces installations nouvelles comprennent une station centrale avec deux compresseurs à vapeur susceptibles chacun de comprimer à l'heure 50 mètres cubes d'eau à 50 atmosphères. Les chaudières, du système Steinmüller, ont chacune une surface de chauffe de 87 mètres; elles fournissent de la vapeur à 9 kilogr. Les deux machines à vapeur qui leur sont combinées sont des machines verticales compound, d'une puissance de 145 chevaux. L'auteur de l'article décrit en outre les deux réservoirs en fer qui contiennent respectivement l'eau d'alimentation et l'eau à comprimer. Deux accumulateurs de pression seront alimentés par les compresseurs. L'eau sous pression sera ensuite distribuée à 18 grues de divers types d'une puissance de 1t5 à 20 tonnes.

### CONSTRUCTIONS NAVALES

**L'« Arundel », steamer pour le transport des voyageurs entre Dieppe et Newhaven.** — L'*Engineering*, des 17 et 31 août, donne une description détaillée du nouveau steamer à hélices jumelles *Arundel*, qui est destiné à assurer le transport des voyageurs entre Dieppe et Newhaven. La distance entre ces deux villes est de 64 milles marins, et le voyage s'effectue maintenant en trois heures environ.

L'*Arundel* mesure 84m40 de longueur sur 10m35 de largeur et 6m70 de profondeur; son tonnage est de 1060 tonneaux et sa vitesse de 21 nœuds. Il possède deux groupes de machines à triple expansion, faisant 200 tours par minute à l'allure de 21 nœuds. Chaque groupe comporte quatre cylindres, dont deux à basse pression, ayant un diamètre de 0m95; le cylindre HP a 0m60 de diamètre et le cylindre intermédiaire 0m90; leur course commune est de 0m70. Les chaudières, à tirage forcé, donnent de la vapeur à 11k2.

L'auteur décrit les différents mécanismes et dispositifs qui procurent à l'*Arundel* toutes ses qualités nautiques; sa description, que deux planches hors texte permettent de suivre dans ses détails, fait également ressortir tout le confort dont est pourvu ce bateau.

### ÉLECTRICITÉ

**Expériences de traction électrique sur la ligne de Berlin-Wannsee.** — On a tout récemment expérimenté, sur la ligne Berlin-Wannsee, un système de traction électrique, à troisième rail de contact, caractérisé par l'emploi, à chaque extrémité du train, d'une voiture automotrice à trois essieux moteurs. Le train formé pour les expériences comportait en tout dix voitures du type ordinaire de cette ligne, formant un poids mort total de 193 tonnes. Dans un train semblable, avec locomotive à vapeur, le poids mort total eut été de 218 tonnes environ. Le poids adhérent formé par les deux voitures automotrices était au minimum de 63 tonnes; il était réparti sur six essieux. Avec une locomotive ordinaire à deux essieux accouplés sur lesquels il se serait réparti, le poids adhérent n'aurait pas été supérieur à 50 tonnes.

M. Richard Rinkel dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 8 septembre, donne de nombreux détails sur ces expériences, au cours desquelles le train a effectué plusieurs fois son parcours à une vitesse moyenne de 40 kilom. à l'heure, sans que l'on ait pu noter la moindre discordance entre les actions des deux voitures automotrices. Le courant fourni était à la tension de 750 volts et la puissance nécessaire variait de 0 à 700 chevaux, toutes les quatre minutes, ce qui nécessitait, à l'usine de force, l'emploi de batteries de choc. L'auteur décrit le matériel roulant en insistant, notamment, sur la description des moteurs, des appareils régulateurs de la marche, des freins à air comprimé et de l'éclairage par lampes électriques à incandescence. Il décrit ensuite la voie et les dispositions diverses du troisième rail conducteur. Il termine par une étude complète de la station génératrice de force et signale une disposition particulière du tableau général de distribution.

**Les lampes à incandescence à haut voltage aux États-Unis.** — C'est vers 1892 que les lampes à incandescence à haut voltage (200 à 250 volts) firent leur apparition, et en peu de temps elles ont déjà acquis une grande importance commerciale. Leurs avantages et leurs inconvénients ont été beaucoup discutés, les uns prétendant que des lampes de cette espèce n'auraient aucun succès, d'autres, au contraire, affirmant qu'elles seraient bientôt adoptées sur une grande échelle. Les années ont passé; la lampe a été améliorée et son emploi s'est étendu de plus en plus.

Dans l'*Electrical World*, du 1er septembre, le professeur G. D. Shepardson expose l'état actuel de la question. Il commence par rappeler les raisons qui ont agi pour et contre l'adoption des lampes à incandescence à 220 volts. Les principales raisons, en faveur de leur emploi sont la moindre quantité de cuivre nécessaire pour les conducteurs, la régularité plus grande de la lumière obtenue et la possibilité d'atteindre de plus grandes distances. Les objections étaient surtout que ces lampes avaient un faible rendement, de sorte qu'elles exigeaient une station centrale plus importante et une plus grande consommation de combustible, et que les lampes n'étaient pas uniformes.

L'auteur fait alors ressortir comment on est arrivé progressivement à améliorer les résultats que donnaient primitivement les lampes à incandescence à haut voltage, et il montre le point où l'on est actuellement arrivé.

### HYDRAULIQUE

**Adduction des eaux de l'Yonne pour l'alimentation de Château-Chinon et éclairage électrique de la ville.** — Château-Chinon, bâtie sur l'un des sommets du Morvan, au point de séparation des bassins de la Seine et de la Loire, à 550 mètres d'altitude, ne possédait, jusqu'en 1898, qu'une source de faible débit pour assurer l'alimentation de ses habitants; ceux-ci, durant l'été, ne pouvaient avoir de l'eau qu'à certaines heures. La municipalité voulant remédier à cet état de choses, chargea, en 1894, M. Pochet, alors Ingénieur en chef du département de la Nièvre, d'étudier la question de l'alimentation en eau et, en même temps, celle de l'éclairage par l'électricité de la ville de Château-Chinon.

M. Pochet dressa un projet qui fut accepté. Il comprenait :

La création, en aval du dernier moulin de la contrée, d'une retenue des eaux de l'Yonne qui coule dans le fond de la vallée, à 250 mètres de profondeur; l'ouverture d'un canal de dérivation à flanc de coteau jusqu'à la rencontre d'un vallon descendant de Château-Chinon; l'installation, au bord de ce vallon, d'une usine d'environ 93 chevaux et l'établissement d'un réservoir de 1000 mètres cubes dans le banc de rocher granitique situé sous le château, au sommet de la ville. L'eau devait passer dans un bassin de filtrage, de 60 mètres carrés, avant d'être élevée dans ce réservoir.

Le projet comprenait également l'éclairage de la ville par lampes à incandescence : les calculs furent faits pour une consommation totale de 17000 watts. Le centre de l'éclairage étant à plus d'un kilomètre de la station motrice, on adopta, afin d'éviter une forte dépense de cuivre dans les conducteurs, un circuit primaire à courants alternatifs à haute tension (2250 volts environ). Quatre transformateurs, disposés dans des bâtiments appartenant à la ville, réduisent, dans le réseau secondaire de distribution, la tension à 120 volts.

MM. Pochet, Ingénieur en chef, et Assy, Sous-Ingénieur des Ponts et Chaussées, donnent, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1er trimestre de 1900), d'intéressants renseignements sur cette installation qui assure à chaque habitant l'usage de 186 litres d'eau par jour et qui réalise, sur l'ancien éclairage public à l'huile, un bénéfice annuel d'environ 2000 francs.

Les travaux, commencés en octobre 1896, ont été terminés en janvier 1898. La dépense s'est élevée à 168704 francs.

### HYGIÈNE

**Les installations de bains et de douches à la Cornell University.** — La Cornell University comprend deux collèges séparés ayant chacun leur piscine et leurs salles de bains et de douches.

L'une de ces installations, réservée aux hommes, occupe, avec d'autres salles, un nouveau bâtiment de grande dimension; l'autre, pour les femmes, est placée dans le Sage College. L'*Engineering Record*, du 25 août, donne la description de ces installations.

Les bains des hommes comportent une piscine mesurant 5m20 sur 10 mètres, une salle de douches munie de 19 appareils et cinq cabines de bains avec baignoire; à côté se trouvent des lavabos et des water-closets. L'eau chaude est fournie par des appareils chauffés à la vapeur, et dont l'auteur fait la description.

La piscine des bains des femmes ne mesure que 3 mètres sur 6m10, sa profondeur étant de 1m35 à 1m50. L'eau est chauffée au moyen d'un foyer spécial qui en assure la circulation continue.

### MINES

**Cuvelage en béton d'un nouveau puits.** — Les *Annales des Mines de Belgique*, dans leur troisième livraison de 1900, donnent la description d'un curieux cuvelage en béton fait, il y a peu de temps, aux charbonnages de Bonne-Espérance.

Les conditions de ce travail étaient les suivantes : On avait à traverser comme morts terrains 5 mètres d'argile, 5 mètres de sable et 4 mètres de gravier dont les deux derniers mètres étaient aquifères.

On a appliqué pour le cuvelage le système bien connu de la tour descendante, tout en employant le béton au lieu de la maçonnerie ordinaire.

On commença le creusement du puits en ayant soin de le garnir avec des planches de 32 millimètres d'épaisseur maintenues par des cadres octogonaux espacés d'un mètre et réunis par des boulons. On traversa ainsi 5m30 d'argile, 4m70 de sable et 2m60 de gravier. A 12m60 on arriva au niveau de l'eau; on avait donc, selon les prévisions, environ 1m40 de gravier aquifère à traverser. On installa alors la trousse coupante bien horizontale et l'on construisit le mur de béton de 30 centimètres, qui devait servir de cuvelage, en ayant soin de clouer contre les pa-

rois du puits des tôles d'acier de $1^{mm}$ 25 enduites de graisse. Contre cette garniture, mais faisant corps avec le béton, on plaça des voliges de 15 millimètres ; enfin, à l'intérieur du cuvelage, on fit un garnissage en planche analogue à celui du puits, on put même se servir en partie des cadres du puits qu'on enlevait au fur et à mesure de l'avancement du travail. La tour fut construite avec une hauteur de 5 mètres. Ceci fait, on déblaya le fond du puits, on installa une pompe d'épuisement et on commença le fonçage. La tour s'enfonça parfaitement et, en dix-sept jours, ayant descendu de $2^m$ 25, le cuvelage de béton atteignait le houiller. Ce système, très pratique et très simple, a donné un excellent résultat.

### NAVIGATION INTÉRIEURE

**Les nouvelles installations du port de Cologne, sur le Rhin.** — La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 22 septembre, décrit les nouvelles installations du port de Cologne, en insistant sur l'usine hydraulique de force et sur le transport de l'énergie produite.

L'usine de force comporte quatre pompes à trois pistons accouplés à 120° l'un de l'autre. Ces pompes, qui tournent à 50 tours par minute, sont actionnées par des alternateurs de 70 kilowatts auxquels le courant est fourni à $2 \times 110 = 220$ volts. Ce courant provient de huit transformateurs qui reçoivent le courant de la ville, lequel est à la tension de 2 000 volts. L'eau refoulée par ces pompes est conduite dans un réservoir placé dans une tour et après filtration vient s'emmagasiner dans deux accumulateurs. Les canalisations d'eau sous pression desservent un grand nombre d'engins de levage que l'auteur décrit successivement.

Ces engins sont, du côté du fleuve :

13 grues mobiles à portail, sur trois voies, de 1 800 kilogr.
2 — — — 3 000 —
1 — — deux voies de 5 000 —
1 grue pivolante fixe de . . . . . . . . . 30 000 —

et, du côté du port proprement dit :

8 grues mobiles à portail, sur deux voies, de. . 1 800 kilogr.
6 monte-charges, à trois étages, dans les docks, de 1 700 —
4 — à six étages, — de 1 700 —

Un certain nombre d'engins de levage seront prochainement installés, dont la puissance totale sera de 21 tonnes environ.

### PHYSIQUE INDUSTRIELLE

**Une installation frigorifique à Brooklyn (États-Unis).** — L'*Engineering Record*, du 1er septembre, donne la description détaillée d'une importante installation frigorifique qui vient d'être établie à Brooklyn (New-York), par la Kings County Refrigerating C°, de façon à réaliser un fonctionnement aussi économique que possible.

Cette installation comprend un magasin à sept étages, mesurant en plan $27^m$ 45 sur $30^m$ 50, et composé presque exclusivement de salles frigorifiques, et une station d'énergie installée dans un bâtiment adjacent à deux étages.

Chacun des étages du bâtiment principal est divisé en six salles desservies par un escalier et par deux ascenseurs électriques pouvant porter 2 725 kilogr. L'auteur décrit les moyens employés pour assurer la ventilation des diverses salles avec de l'air refroidi.

La station d'énergie occupe l'étage inférieur du bâtiment principal et les deux étages de l'autre, et tout a été prévu pour un développement de 150 % de l'installation. Les chaudières ont une puissance de 150 chevaux ; leur combustible est conservé dans des soutes qui peuvent en contenir 600 tonnes. La vapeur, produite à $5^{kil}$ 6, alimente deux machines à vapeur, plusieurs pompes et l'appareil de réfrigération, qui est du type à ammoniaque à absorption. Les machines font 300 tours par minute et sont accouplées directement à des dynamos de 30 kilowatts à 6 pôles, fournissant du courant à 240 volts.

L'appareil de réfrigération est installé en deux unités ayant une capacité réfrigérante de 125 tonnes chacune par jour. Le gaz ammoniac dégagé de sa solution, puis liquéfié, sert, par évaporation, à refroidir une solution de chlorure de calcium, qui est le véhicule de froid. La circulation de cette solution est assurée par une pompe rotative, actionnée directement par un électromoteur de 10 chevaux, à une allure de 1 400 tours par minute. Le débit de cette pompe est de 1 500 litres par minute.

L'auteur décrit dans tous ses détails la partie de l'installation relative à la production du froid et à sa distribution dans les différentes parties du bâtiment.

### TRAVAUX PUBLICS

**Le barrage de Wachusett pour l'alimentation d'eau de Boston (États-Unis).** — C'est au mois de février 1896 que l'on a commencé les travaux destinés à permettre de prendre dans le Nashua River une quantité d'eau complémentaire pour l'alimentation de Boston (Massachussets). Ces travaux comprennent un grand barrage en maçonnerie et deux digues en terre, destinés à créer un réservoir pour les eaux de la rivière, et un aqueduc de $19^{km}$ 200 de longueur reliant ce réservoir au réseau de distribution d'eau.

Actuellement cet aqueduc est terminé, et les travaux de déboisement à l'emplacement du réservoir, ceux d'égalisation du sol et d'enlèvement des matières organiques, la reconstruction des routes qui seront submergées et l'établissement d'ouvrages de protection temporaires sont très avancés, et le moment est venu de commencer les travaux du grand barrage en maçonnerie.

Dans l'*Engineering News*, du 13 septembre, M. Alfred D. Flinn fait une description détaillée de ce barrage, d'après les conditions du cahier des charges imposées aux entrepreneurs qui désireraient en exécuter les travaux.

Le barrage aura $259^m$ 10 de longueur ; au point le plus bas de la gorge rocheuse où il sera placé, sa hauteur dépassera probablement 60 mètres au-dessus des fouilles des fondations, et il aura, en ce point, $53^m$ 35 d'épaisseur. Sa crête sera à $44^m$ 20 au-dessus du sol naturel, et à $6^m$ 10 au-dessus du niveau de l'eau dans le réservoir. L'auteur étudie successivement le barrage lui-même, les chambres des prises d'eau et les travaux préparatoires. Il passe ensuite en revue, avec le cahier des charges, les précautions à prendre pour assurer l'écoulement de la rivière pendant la construction du barrage, les travaux d'excavation dans le rocher pour les fondations, les matériaux à employer et leur mise en œuvre, etc., et enfin les conditions de temps et de délais qui sont faites aux entrepreneurs, tous les travaux devant être absolument terminés le 15 novembre 1904.

### TRAMWAYS

**Le développement des tramways à traction mécanique, en Italie.** — Une commission d'enquête, chargée de l'étude des tramways en Italie, avait montré, il y a dix ans, que l'Italie arrivait au premier rang des nations européennes pour le nombre et l'importance des lignes de tramways à traction mécanique. Le développement de ces lignes, au nombre de 110 atteignait 2 262 kilomètres.

Une enquête semblable, dont rend compte le *Genio Civile* (t. XXXVII, n° 20), a prouvé que ce développement atteint actuellement 3 180 kilom. en plein exercice, dont 135 sur routes nationales, 1 978 sur routes provinciales, 720 sur routes communales et 347 sur autres terrains. La force motrice la plus utilisée est la vapeur, mais la traction électrique est déjà établie sur 265 kilom. environ, en particulier dans les villes. C'est ainsi que l'on compte 50 kilom. de lignes électriques à Turin, 22 à Gênes, 48 à Milan, 15 à Florence, 11 à Livourne, 28 à Rome, 4 à Pérouse, 13 dans les faubourgs de Naples et 10 à Palerme.

La région la plus riche en lignes de tramways est la Lombardie, avec 1 052 kilom., puis viennent : l'Émilie avec 446 kilom. ; la Vénétie avec 242 kilom. ; la Sicile avec 101 kilom. ; les Pouilles avec 65 kilom. ; la Campanie avec 61 kilom. La Ligurie et l'Ombrie ne possèdent pas chacune plus de 50 kilom. de lignes ; les Abruzzes et les Calabres, notamment, en sont complètement dépourvues.

---

## Ouvrages récemment parus.

**L'industrie chimique en Allemagne**, par Aug. Trillat, expert chimiste au tribunal civil de la Seine. — Un vol. in-18 de 500 pages avec figures. — J.-B. Baillière et fils; Paris 1900. — Prix, cartonné : 5 francs.

Cet ouvrage condense les documents réunis depuis plus de dix ans par l'auteur, bien préparé déjà par de nombreux séjours et travaux faits dans les grandes fabriques allemandes ; il a été entrepris à l'occasion et à la suite d'une mission d'études accomplie en Allemagne sur la demande de plusieurs chambres de commerce et syndicats, et avec l'appui du Ministère du Commerce.

Il comprend cinq parties : la première consacrée à la situation générale économique de l'Allemagne, traite des importations et exportations des principales industries, des moyens de transport par voies ferrées et par canaux et des transports maritimes. La seconde partie se rapporte aux industries chimiques proprement dites : celles des charbons, de la métallurgie et des salines, celles des acides, alcalis et dérivés, celles des produits de la pharmacie et de la droguerie, les industries électro-chimiques et électro-métallurgiques.

Chacune de ces branches est traitée au point de vue de sa situation commerciale actuelle et de la statistique qui la concerne pendant les années 1895-1898, tant en exportations et importations qu'en pays fournisseurs et pays acheteurs. Des tableaux analogues fournissent des bases de comparaison avec les industries similaires françaises.

L'organisation économique forme la troisième partie et comporte les statistiques diverses concernant le personnel, les emplois, etc., et les institutions patronales dans les grandes usines chimiques.

La quatrième partie a trait à l'organisation scientifique : elle fournit des renseignements circonstanciés sur l'enseignement de la chimie appliquée tant dans les universités que dans les diverses écoles techniques, les programmes et leurs modifications successives ; un dernier chapitre de haute actualité est consacré à la réforme de cet enseignement et à la question des diplômes qui, tout récemment encore, a passionné tous les corps enseignants par la mise sur un pied d'égalité des *Technische Hochschulen* avec les écoles de droit, de philosophie, de théologie et de médecine.

La cinquième partie traite de l'organisation commerciale de l'Allemagne, de l'action des chambres de commerce, des associations diverses, etc., et de l'influence des laboratoires, journaux et revues, etc., ainsi que des effets des traités de commerce.

Chacune des cinq parties est précédée d'un avant-propos qui en fournit le résumé et les divisions principales. L'ouvrage se termine par une table analytique des divers produits chimiques avec l'indication de la page où ils sont traités.

L'ouvrage de M. Trillat constitue un ensemble précieux de documents puisés aux meilleures sources et sa rédaction méthodique et claire le rend très facile à consulter par tous les intéressés, industriels ou membres de l'enseignement, aussi bien que membres des Chambres de commerce ou de syndicats professionnels.

G. R.

---

**Die Steuerungen der Dampfmaschinen**, par Carl Leist, professeur à l'École technique supérieure de Berlin. (4e édition de l'ouvrage d'Emil Blaha). — Un volume in-8° de 770 pages avec 391 figures dans le texte. — J. Springer, éditeur; Berlin, 1900. — Prix : relié, 20 marcs.

L'ouvrage de M. C. Leist, sur les *Distributions des machines à vapeur*, constitue la quatrième édition de l'ouvrage de même titre de M. E. Blaha, qui a été complètement transformé.

L'auteur s'est attaché à présenter son sujet d'une façon logique, de façon à faire ressortir la corrélation qui existe entre les divers points traités. Dans chaque cas, après avoir décrit le type de distribution étudié, et expliqué les moyens employés pour atteindre le but cherché, il montre la relation entre les proportions des organes et la distribution de vapeur qui en résulte. Dans cette étude, M. C. Leist utilise toujours la méthode graphique, qui a l'avantage d'être plus commode à employer et de faciliter la compréhension d'ensemble du sujet.

Le volume est divisé en quatre parties. Dans la première, l'auteur étudie les conditions générales d'une distribution. La seconde est consacrée au tiroir à coquille ordinaire à commande par excentrique ; tandis que dans la troisième se trouvent décrits les autres types d'organes de fermeture des distributions à mouvement de va-et-vient : *a*, les organes de fermeture ne différant du tiroir à coquille que par des détails de construction ; *b*, ceux à mouvement d'ouverture et de fermeture accéléré ; *c*, ceux à distribution de vapeur indépendante ; *d*, ceux à admission variable ; *e*, ceux à changement de marche. Dans la quatrième partie enfin, l'auteur passe en revue les dispositifs de commande autres que l'excentrique ; cette dernière partie est divisée en chapitres principaux correspondant à ceux de la partie précédente.

---

*Le Gérant* : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Vingtième année. — Tome XXXVII. — N° 26. N° 959. Samedi 27 Octobre 1900.

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Prix de l'abonnement par an.** — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

**Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.**

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Le tunnel du Simplon, p. 461; A. Dumas. — **Exposition de 1900** : Locomotives-tenders à deux essieux accouplés et à simple expansion, de la Société Krauss et Cie, de Munich (*planche XXXVI*), p. 469; F. Barbier; — Participation des puissances étrangères. Italie, Portugal et Espagne, p. 472; Poitevin de Veyrière. — **Variétés** : Nouvel appareil de chargement pour haut fourneau, p. 474; — Tamis à secousses équilibré, p. 474.

Sociétés savantes et industrielles. — Académie des Sciences (15 octobre 1900), p. 475. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 475. — Ouvrages récemment parus, p. 476.

*Planche XXXVI* : Locomotive-tender à 2/5 essieux de la Société Krauss et Cie.

## TRAVAUX PUBLICS

### LE TUNNEL DU SIMPLON

Parmi les expositions les plus intéressantes de la classe 28 (Matériel et Procédés du Génie civil) au Champ-de-Mars, on remarque celle faite dans la section suisse, par la Compagnie des chemins de fer du Jura-Simplon, pour montrer les diverses installations exécutées en vue du percement du Simplon. Cette exposition renferme une perforatrice rotative hydraulique, identique à celles employées pour le percement du tunnel italo-suisse et un très grand nombre de dessins et photographies montrant les machines en usage et les installations faites pour l'exécution de ce tunnel qui sera le plus long de tous ceux entrepris jusqu'à ce jour. Sa longueur doit atteindre, en effet, 19 731 mètres, tandis que celle du tunnel du mont Cenis n'est que de 12 849 mètres, et celle du tunnel du Saint-Gothard de 14 984 mètres.

Cet important ouvrage, situé (fig. 2 et 3) entre l'Italie du Nord et la Suisse occidentale, permettra d'abréger notablement la route si fréquentée de Londres et Paris aux Indes, par le canal de Suez. En effet, la distance entre Calais et Milan, qui est de 1 095 kilom. par le tunnel du mont Cenis et de 1 070 kilom. par celui du Saint-Gothard, ne sera plus que de 942 kilom. par la voie du Simplon. De plus, la ligne Ostende-Simplon-Milan sera de 95 kilom. plus courte que celle d'Ostende-Gothard-Milan.

Les travaux de ce tunnel ont été commencés le 15 août 1898; ils sont actuellement en pleine activité. Nous nous proposons de décrire ici le projet adopté après un demi-siècle d'études préliminaires et d'indiquer les méthodes employées pour l'exécution de cet ouvrage d'un caractère si particulier.

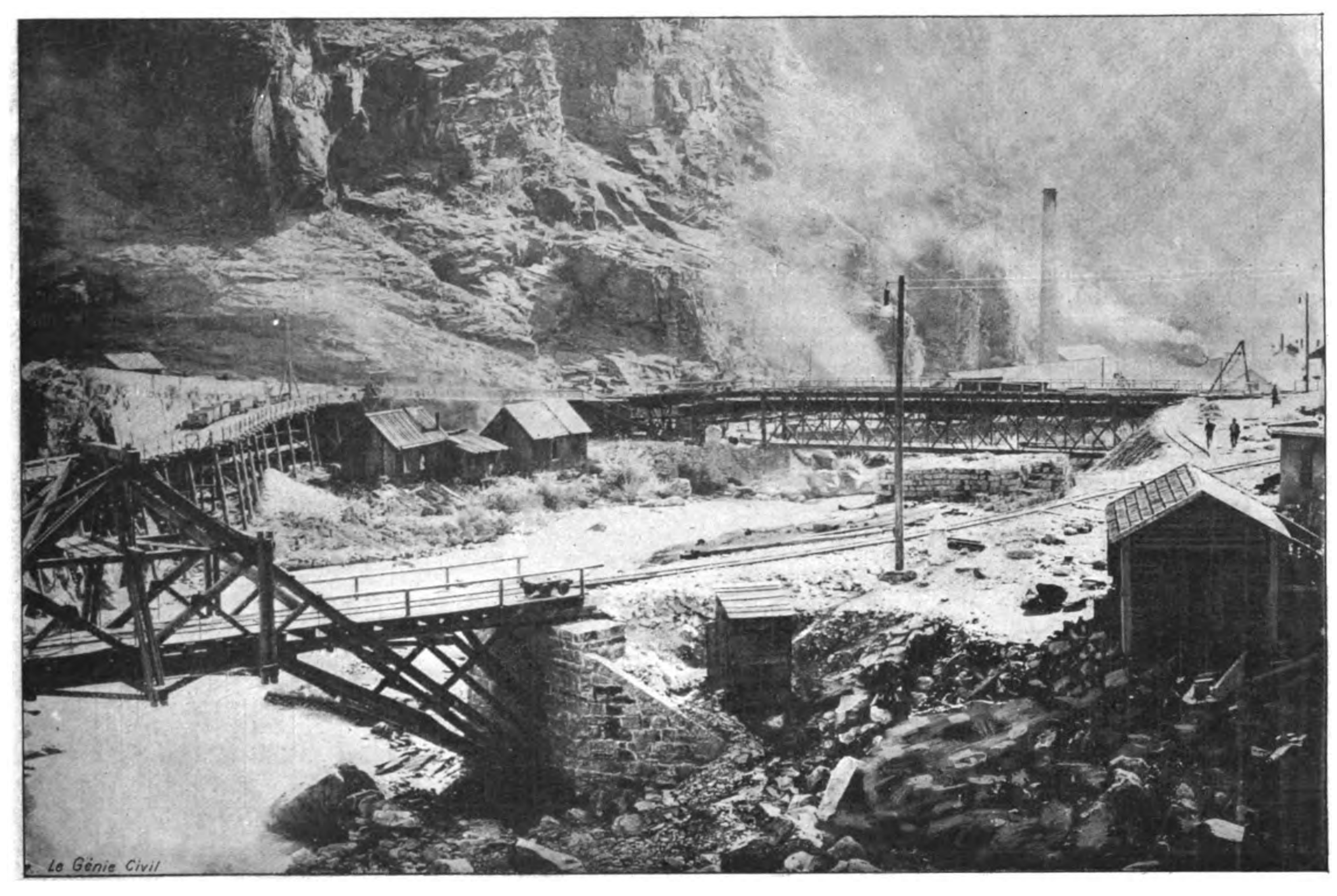



Fig. 1 — Percement du tunnel du Simplon : Vue générale des installations d'Iselle, sur la Diveria (entrée sud).

**Historique.** — Placé sur les confins du canton du Valais, et séparant le bassin du Rhône de celui de la Toce, rivière qui se jette dans le lac Majeur, dans le voisinage de Pallanza, le massif du Simplon est un des points de passage obligés pour l'établissement d'une voie de communication directe entre la Suisse et l'Italie. C'est ainsi qu'en 1800-1806, Napoléon Ier fit construire, pour la somme de 18 millions de francs, une route qui va de Brigue (Suisse) à Domo d'Ossola (Italie). Cette route, dont la longueur est de 66km5, passe par le col du Simplon qui est situé à 2 009 mètres au-dessus du niveau de la mer.

L'éventualité de la traversée du Simplon par une voie ferrée fut

envisagée, pour la première fois, en 1855, époque à laquelle une Société française obtint la concession d'un chemin de fer, dit « ligne d'Italie », qui, passant de Genève dans la vallée du haut Rhône, devait traverser les Alpes pour rejoindre le réseau italien. Depuis, un très grand nombre de projets ont été proposés et nous renverrons, pour leur énumération, à une étude parue autrefois dans le *Génie Civil* (1), nous bornant

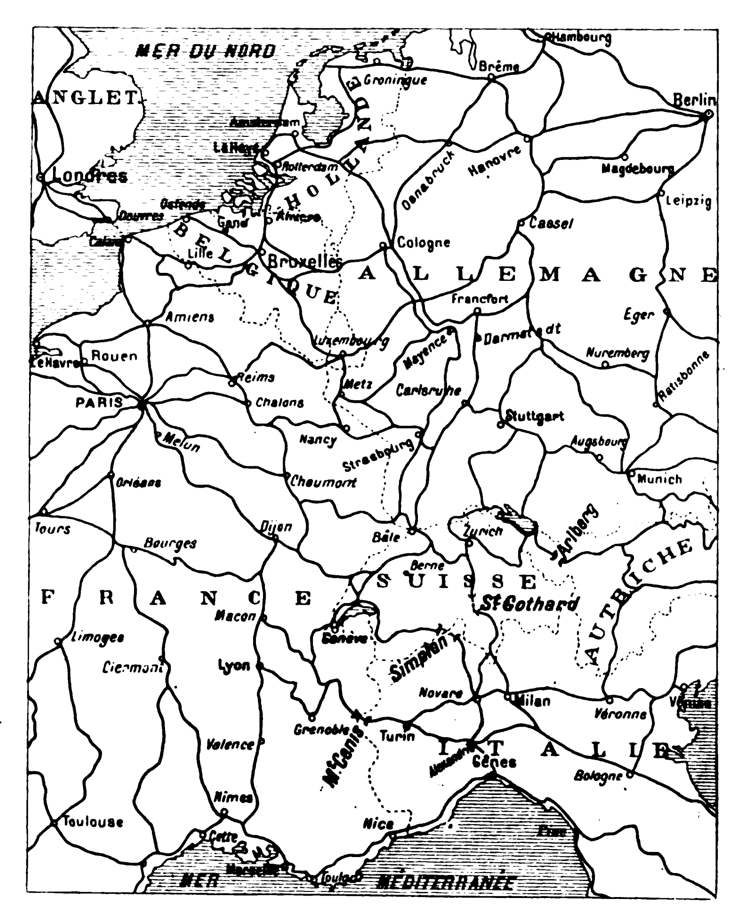



Fig. 2. — Carte des lignes de chemins de fer intéressant le Simplon.

ici à indiquer par quelle suite d'idées on en est arrivé à la solution qui s'exécute en ce moment.

Un premier projet de tunnel fut présenté en 1857, dont la longueur devait être de 12200 mètres; son entrée, du côté de la Suisse, devait être à 1068 mètres d'altitude, soit à plus de 200 mètres au-dessous de celle du tunnel du mont Cenis, du côté de la France. Les dépenses

Saint-Gothard, ni de ce que les moyens de perforation mécanique perfectionnés permettaient déjà d'établir un *tunnel de base*, quelque importante qu'en dût être la longueur. Cependant, pour que la ligne du Simplon puisse lutter avantageusement contre celles du mont Cenis et du Saint-Gothard, il est nécessaire que son profil ne comporte pas de rampes limitant la vitesse et rendant la traction trop onéreuse.

C'est cette considération qui inspira M. Vauthier quand il proposa,

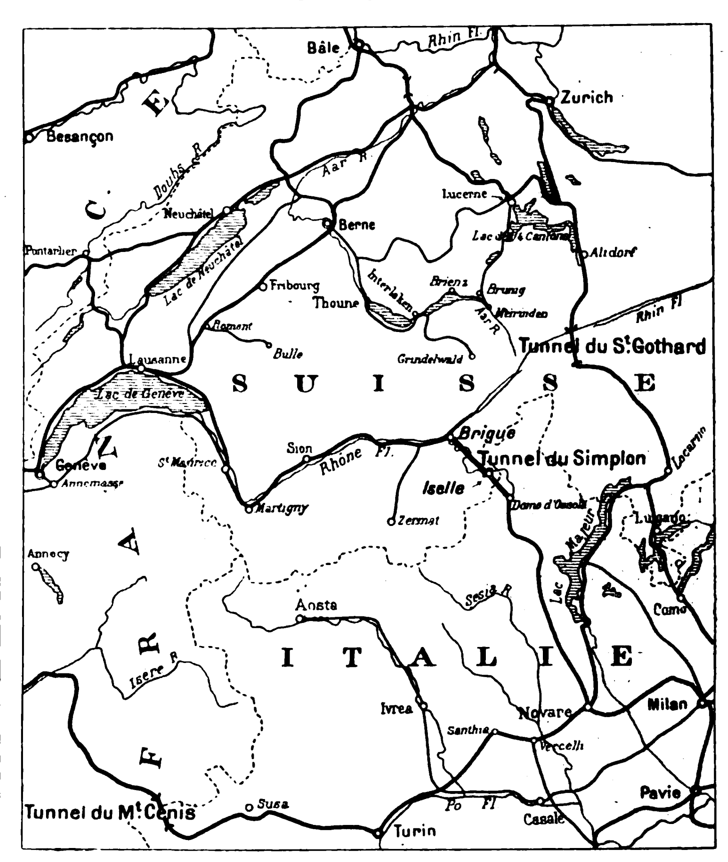



Fig. 3. — Carte détaillée des voies ferrées avoisinant le Simplon.

dès 1860, de traverser la montagne le plus bas possible, au-dessous de la cote de 800 mètres. La faculté d'installer, aux extrémités du tunnel, de puissantes machines hydrauliques facilite d'ailleurs singulièrement le percement d'un tunnel de grande longueur.

Ce projet de percement du Simplon parut toutefois être abandonné, pendant un grand nombre d'années, à cause de l'insuffisance des res-

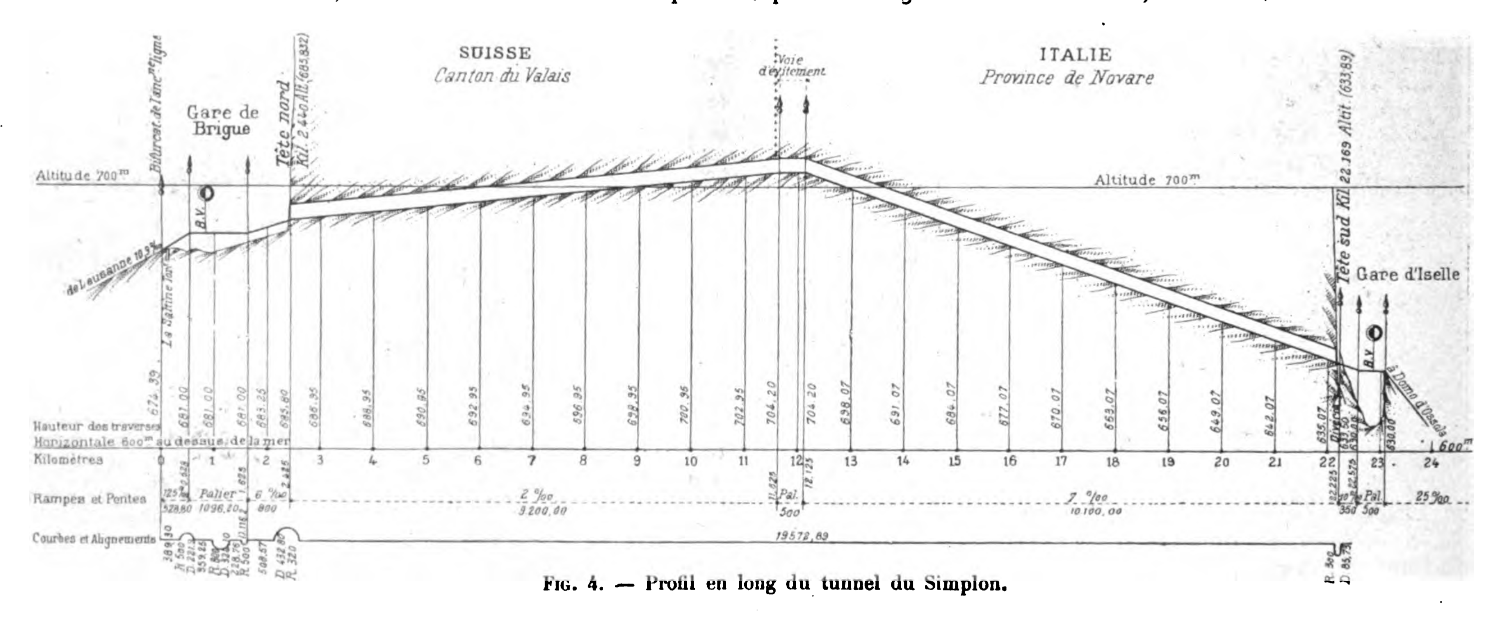



Fig. 4. — Profil en long du tunnel du Simplon.

étaient évaluées à 70 millions, non compris les intérêts pendant la période d'exécution fixée à 10 ans.

Ces dépenses ayant paru exagérées, on proposa, de 1860 à 1863, quatre projets, dus respectivement à Flachat, Jacquemin, Thouvenot et Lehaître, lesquels prévoyaient des *tunnels de faîte* de 4 à 5 kilom. de longueur avec pentes d'accès de 3 à 3 °/₀ aux abords. Ces projets ne tenaient compte ni de la possibilité qu'offre le Simplon d'établir le tunnel à une altitude moins élevée que ceux du mont Cenis et du

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XI, n° 4, p. 57; n° 5, p. 68 et n° 6, p. 92.

sources dont on disposait. Une proposition de loi, présentée en 1880 aux Chambres françaises, en vue d'accorder à l'entreprise une subvention de 50 millions, n'eut pas de suite, bien que le commerce français eût intérêt à détourner par cette voie le trafic dont allait s'emparer la ligne du Saint-Gothard qui était alors sur le point d'être terminée.

Cependant, tandis que les divers projets précédents étaient successivement abandonnés, une voie ferrée se développait, en remontant la vallée du Rhône; elle atteignait successivement Sion en 1860, Sierre en 1868, et Brigue en 1878. Elle était, à ce moment, la propriété de la Compa-

gnie des chemins de fer de la Suisse occidentale, qui fusionna, en 1890, avec celle du Jura-Berne-Lucerne, sous le nom de Compagnie du Jura-Simplon. Cette Société nouvelle, dont le réseau atteignait 1 000 kilom. de longueur, mit alors très sérieusement à l'étude la question du percement du Simplon, afin de relier sa station terminus de Brigue au réseau italien qui aboutissait, depuis 1889, à Domo d'Ossola, sur le versant sud du Simplon.

Après avoir étudié, de 1891 à 1893, un nouveau projet comportant deux tunnels à simple voie au lieu d'un seul à double voie, la Compagnie du Jura-Simplon entreprit des pourparlers actifs avec les Gouvernements suisse et italien. Une convention fut enfin signée entre ces deux Gouvernements, le 25 novembre 1895, en vue de l'établissement d'un tunnel à travers le Simplon, de Brigue à Iselle, au nord-ouest de Domo d'Ossola. Par cet accord, la Compagnie du Jura-Simplon obtenait une concession pour la construction et pour l'exploitation pendant 99 ans de la nouvelle ligne.

Le percement du tunnel fut confié à des entrepreneurs qui avaient déjà eu l'occasion d'exécuter avec succès de nombreux travaux du même genre, MM. Brandt, Brandau et Cie, de Hambourg.

tandis que l'achèvement du deuxième ne sera entrepris que lorsque le trafic de la ligne dépassera un certain tonnage.

A la signature du contrat, l'entreprise a déposé un cautionnement de 1 million de francs, mais ce cautionnement sera, en réalité, porté à 5 millions, à la fin des travaux, par suite d'une retenue de 7,5 % sur chacun des versements en acompte.

Pour chaque jour de retard dans la livraison du tunnel, une amende de 5 000 francs est stipulée. En cas d'achèvement plus rapide, les entrepreneurs bénéficieront d'une prime journalière de 5 000 francs.

Au total ci-dessus de 69 500 000 francs, pour le seul percement du tunnel, il faut ajouter certaines dépenses supplémentaires faites ou à faire par la Compagnie du Jura-Simplon pour expropriations, matériel de la voie, ligne d'accès et gare de Brigue, etc., soit en tout environ 5 500 000 francs, ce qui porte le total de la dépense à faire par ladite Compagnie, au chiffre indiqué ci-dessus de 75 millions.

Il convient de remarquer que, pour la dépense totale de 69 500 000 francs qu'entraîneront les travaux de percement du Simplon, le mètre courant du tunnel reviendra à 3475 francs. Au Saint-Gothard, la dépense totale fut de 67 750 000 francs, soit 4470 francs

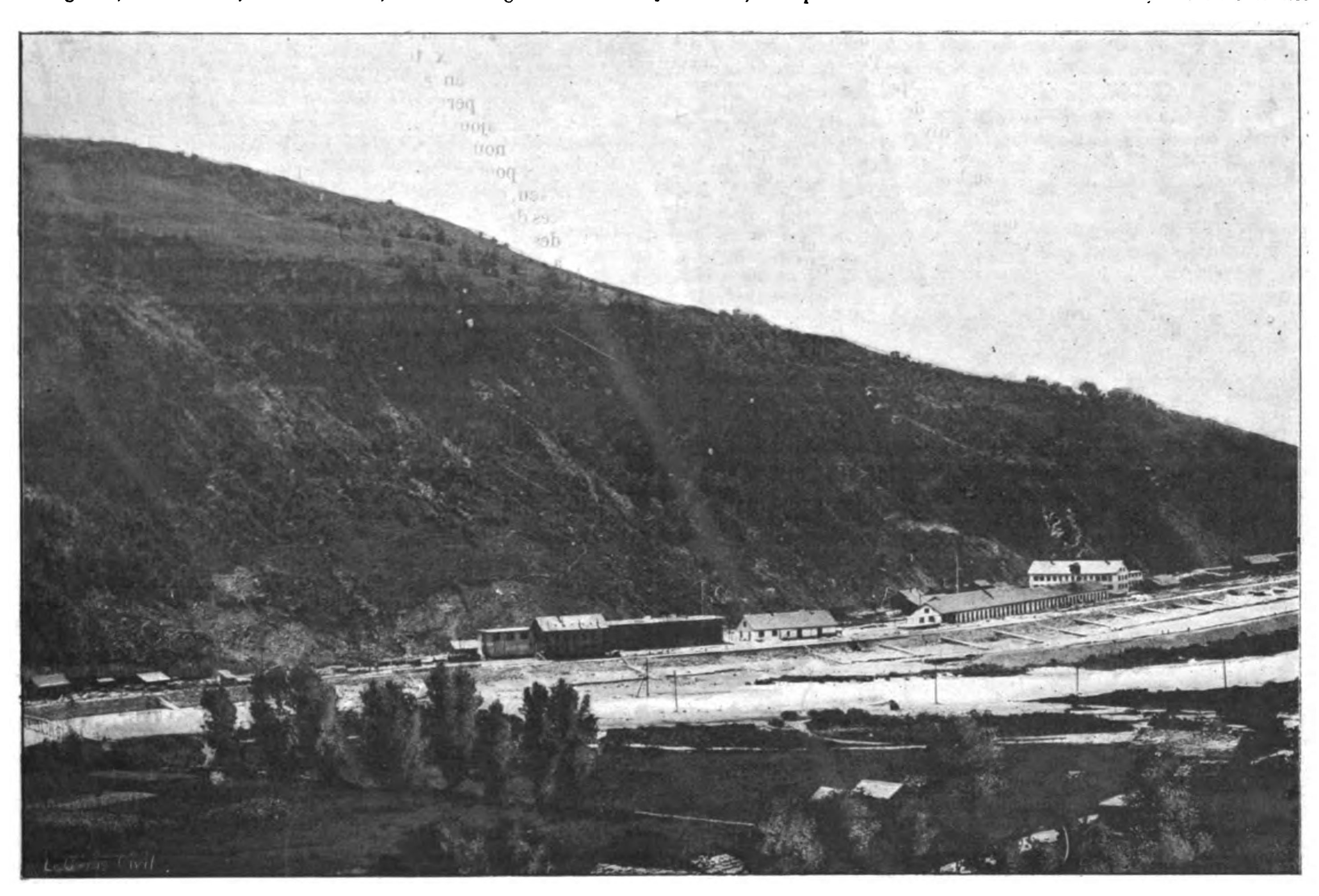


Fig. 5. — Percement du tunnel du Simplon : Vue générale des installations de Brigue, sur le Rhône (entrée nord).

Moyens financiers d'exécution. — Les dépenses prévues pour le percement du tunnel du Simplon et la pose de la voie s'élèvent à 75 millions environ. Le Gouvernement suisse a accordé pour ces travaux, à la Compagnie du Jura-Simplon, une subvention de 4 500 000 francs, tandis que le Gouvernement italien lui versera, pendant toute la durée de la concession, soit 99 ans, une redevance annuelle de 70 000 francs. Diverses subventions ont également été accordées par les cantons suisses et les provinces italiennes, s'élevant respectivement à 10,5 et 4 millions de francs. Le surplus a été fourni par un emprunt contracté par la Compagnie du Jura-Simplon, sous la garantie du Gouvernement suisse.

Un contrat à forfait a été passé entre la Compagnie du Jura-Simplon et les entrepreneurs pour l'exécution du tunnel, aux conditions suivantes :

| | |
|---|---|
| 1° Installations aux entrées du tunnel, établissement des chantiers et de leur accès, prises et conduites d'eau, machines, ventilateurs, compresseurs, dynamos, matériel de transport et d'éclairage. . . . . . . Fr. | 7 000 000 |
| 2° Percement du premier tunnel, balastage et pose de la voie (matériel non compris) et percement de la galerie II et des galeries transversales. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 47 500 000 |
| 3° Achèvement du second tunnel. . . . . . . . . . . . . . | 15 000 000 |
| Total. . . . . . . . . . Fr. | 69 500 000 |

Le premier tunnel doit être terminé dans l'espace de cinq ans et neuf mois

le mètre courant. Pour le mont Cenis et l'Arlberg, on a dépensé respectivement 75 et 40 millions, soit 6130 et 4000 francs pour le mètre courant.

Ces chiffres montrent les économies que les progrès accomplis dans la perforation des grands tunnels ont permis de réaliser. Les chiffres relatifs aux temps employés sont non moins intéressants, car les travaux du mont Cenis ont duré 14 ans, ceux du Saint-Gothard, 9 ans et 3 mois, enfin ceux de l'Arlberg 3 ans et 10 mois, ce qui correspond à des longueurs moyennes de tunnel exécutées mensuellement de 72m57, 134m41 et 219m25.

Pour le tunnel du Simplon, la durée totale prévue de 5 ans et 9 mois correspond à une longueur moyenne mensuelle de 286 mètres, mais il faut remarquer que ces chiffres ne sont relatifs qu'à un premier tunnel à simple voie dont l'exécution est, comme nous le verrons, singulièrement facilitée par le percement simultané d'une galerie parallèle destinée à servir d'amorce à un second tunnel.

**Description du projet.** — *Tracé et profil en long.* — La nouvelle ligne concédée à la Compagnie du Jura-Simplon part de la station de Brigue, sur le territoire suisse et, après avoir longé la rive gauche du Rhône, elle atteint l'entrée nord du tunnel après un parcours de 2 480 mètres. Ce tunnel (fig. 3 et 4) traverse sur une longueur de 19 731 mètres, et du nord-ouest au sud-est, le massif du Simplon dont le point culmi-

nant est à 2 840 mètres, et débouche, à Iselle, en territoire italien, sur la rive gauche de la Diveria, à environ 15 kilom. en amont de Domo d'Ossola, au kilom. 22 211, à partir de la station de Brigue.

La ligne de séparation des eaux, qui forme la frontière entre la Suisse et l'Italie, est coupée à angle droit par ce tracé, à 9 100 mètres de l'entrée nord, entre les pics de Wasenhorn (3 235 mètres) et de Furggenbaumhorn (2 991 mètres). La hauteur moyenne du massif montagneux, au-dessus du tunnel, est de 1140 mètres; la hauteur maximum est de 2135 mètres, en un point situé presque exactement sur la frontière italo-suisse.

La ligne (fig. 4) s'engage dans le tunnel à 686 mètres d'altitude; elle monte en rampe minimum de $^2/_{1000}$, destinée à l'écoulement des eaux, jusqu'à la cote 701,20. Elle est ensuite en palier sur 500 mètres et descend enfin, avec une pente moyenne de $^7/_{1000}$, vers la sortie sud qui est à la cote 634. La différence de niveau entre les deux extrémités du tunnel est donc de 52 mètres. Les cotes des deux points terminus ont été choisies de façon que l'on fût, au nord, toujours au-dessus du niveau des plus hautes eaux du Rhône et, au sud, en un point où les installations de l'entreprise fussent d'un établissement assez facile. Le tracé, tel qu'il vient d'être défini, est en ligne droite, sauf aux abords du tunnel, pour faciliter le raccordement avec les lignes existantes.

Le tableau suivant fournit quelques éléments de comparaison entre le tunnel du Simplon et les plus grands tunnels qui aient été exécutés jusqu'ici, ceux du mont Cenis, du Saint-Gothard et de l'Arlberg :

| | MONT CENIS | St-GOTHARD | ARLBERG | SIMPLON |
|---|---|---|---|---|
| Longueur du tunnel. . . . . . . . Mètres | 12 849 | 14 984 | 10 250 | 19 731 |
| Altitude de l'entrée nord ou est. . . — | 1 148 | 1 109 | 1 302 | 687 |
| Altitude de l'entrée sud ou ouest. . — | 1 269 | 1 145 | 1 218 | 634 |
| Altitude maximum du tunnel . . . — | 1 295 | 1 155 | 1 310 | 705 |
| Rampe maximum. . . . . . . . . . °/oo. | 22 ($^1/_{45}$) | 5,82 ($^1/_{171}$) | 13 ($^1/_{67}$) | 7 ($^1/_{143}$) |
| Altitude maximum du massif montagneux, suivant l'axe du tunnel . . . . . Mètres | 2 949 | 2 861 | 2 030 | 2 840 |
| Hauteur maximum de terrain, au-dessus du tunnel . . . . . . . . — | 1 654 | 1 706 | 720 | 2 135 |
| Température intérieure . . . Degrés cent. | 29,5 | 30,8 | 18,5 | 40 |

Ce tableau permet de se rendre compte qu'une des difficultés les plus considérables de l'exécution du tunnel du Simplon réside dans les températures élevées que l'on rencontrera vers le milieu de son parcours. Cette température atteindra, en effet, 40° C. si, comme cela s'est produit au Saint-Gothard, l'accroissement de température est de 1° par 44 mètres de profondeur. Les travaux du Saint-Gothard et du mont Cenis ayant été extrêmement pénibles avec des températures de 30°, on voit que la température prévue pour le tunnel du Simplon imposera l'application, au cours de ces travaux, de dispositifs extrêmement énergiques de ventilation et de rafraîchissement des chantiers.

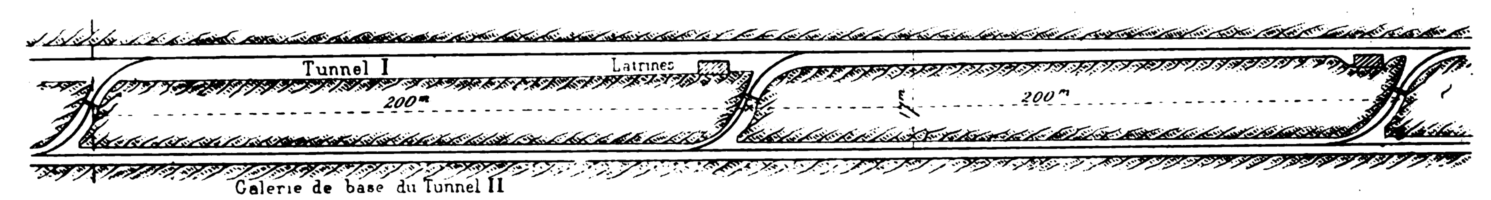



FIG. 6. — Plan schématique indiquant la méthode de percement du tunnel.

*Profil en travers.* — Au lieu d'un seul tunnel à double voie, tel que ceux du mont Cenis, du Saint-Gothard et de l'Arlberg, on a prévu, pour le Simplon, deux tunnels à simple voie, parallèles et distants de 17 mètres d'axe en axe (fig. 7 à 9). Cette solution a l'avantage, non seulement de permettre de n'engager tout d'abord qu'un plus faible capital, en ajournant l'exécution de l'un des tunnels, mais elle fournit, comme nous le verrons, un moyen de construction commode et économique pour le premier tunnel.

Sur le milieu, ces deux tunnels se réunissent en un seul à double voie, de 400 mètres de longueur, dans lequel se fera le croisement des trains.

Chacun des tunnels, avec son revêtement en maçonnerie d'épaisseur variable, a une section libre de 23m²20. Cette section est de forme elliptique et sa largeur est de 4m50 au niveau des traverses et de 5 mètres à 2 mètres plus haut. La hauteur du tunnel, des traverses à la clef de voûte, est de 5m50 (fig. 7).

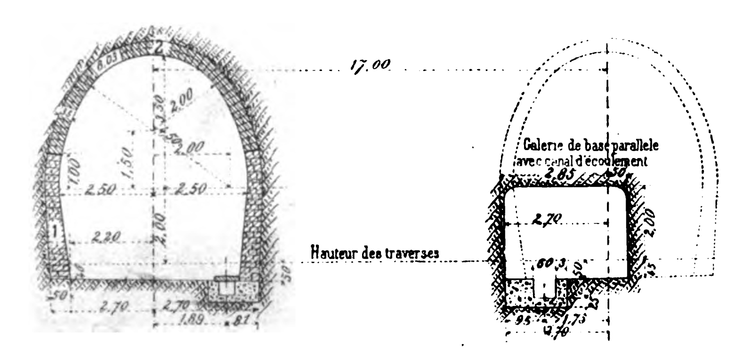



FIG. 7. — Profil en travers-type dans les terrains ordinaires.

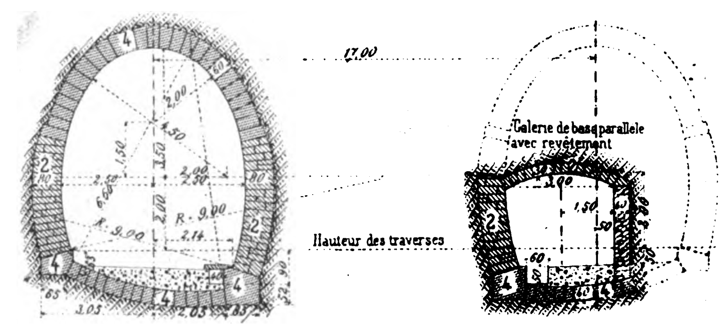



FIG. 9. — Profil en travers-type dans les terrains à forte pression verticale.

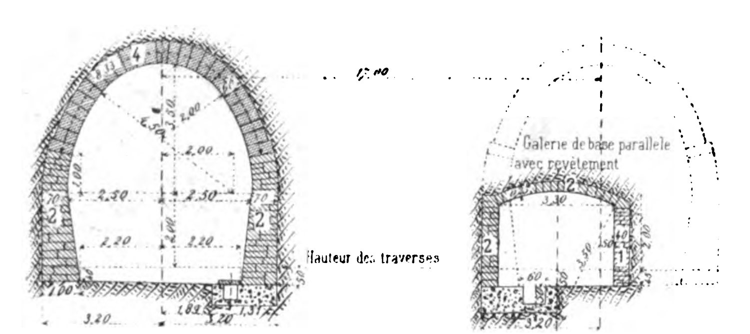



FIG. 8. — Profil en travers-type dans les terrains à fortes pressions latérales.

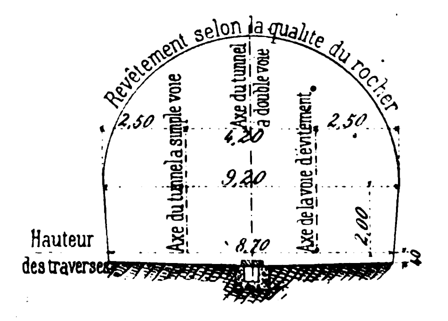





FIG. 10. — Profil du tunnel à double voie.

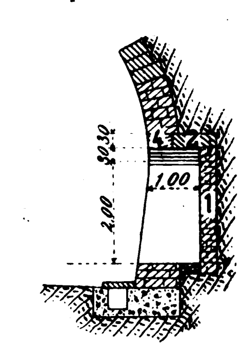



FIG. 11. — Coupe d'une niche.

1, maçonnerie ordinaire à joints incertains; — 2, maçonnerie ordinaire par assises; — 3, maçonnerie en moellons piqués; — 4, maçonnerie en pierres de taille.

On a prévu cinq types de profils en travers, suivant la nature de la roche et la disposition des stratifications. Le tunnel est exécuté, suivant les cas, sans revêtement ou avec des revêtements en maçonnerie de différente nature, ainsi qu'on le voit sur les figures 7 à 9, et dont l'épaisseur est de 0m35, 0m40, 0m50, 0m60 ou 0m80.

Tous les 100 mètres, sur l'un des côtés du tunnel, sont pratiquées des niches de 3 mètres de largeur sur 2m30 de hauteur et 1 mètre de profondeur (fig. 11). Tous les kilomètres, dans des chambres plus importantes, ayant 3m10 de hauteur sur 3 mètres × 3 mètres en plan, seront placés des lampes, des cloches et des signaux. Enfin, pour loger le matériel d'entretien de la voie, on ménagera, vers le milieu de la longueur du tunnel, quatre grandes chambres de 3m10 de hauteur, 4 mètres de largeur et 6 mètres de profondeur.

**Exécution des travaux.** — MÉTHODE GÉNÉRALE. — La méthode générale d'attaque prévue dans le projet et mise à exécution, consiste essentiellement à pratiquer, à l'emplacement des deux tunnels à

simple voie, des galeries d'avancement réunies tous les 200 mètres par des galeries transversales (fig. 6).

L'une des galeries de base, celle du tunnel I, est élargie suivant la section complète du souterrain, tandis que l'achèvement du tunnel II ne sera entrepris que lorsque le développement du trafic (40000 francs de tonnage brut par kilomètre) aura rendu insuffisant l'évitement central (fig. 10) qui a été prévu sur une longueur de 400 mètres. La galerie II sera, jusqu'à ce moment, une galerie de service que l'on utilisera, notamment, pour la ventilation du souterrain, l'écoulement des eaux et l'enlèvement des déblais.

Tandis que l'on procède à l'élargissement progressif de la galerie I jusqu'à réalisation du profil du premier tunnel, la galerie II, dont la section est de 8 mètres carrés environ, permet d'obtenir la ventilation des chantiers avec une intensité inconnue jusqu'ici dans la construction des tunnels. Son extrémité libre est, à cet effet, munie de portes, et les galeries transversales sont également obstruées successivement, au moyen de portes, sauf les deux qui sont les plus voisines de l'avancement, de sorte que l'air frais introduit dans la galerie par de puissants ventilateurs arrive ainsi directement sur les chantiers échelonnés en arrière du front d'attaque.

La galerie II sert également à l'écoulement des eaux, que celles-ci proviennent du sol ou des perforatrices hydrauliques et des pulvérisateurs destinés à rafraichir les chantiers. Enfin, on utilise cette galerie pour l'arrivée des trains de wagonets, tandis que leur départ s'effectue par le premier tunnel.

La construction du tunnel I aura lieu de la manière habituelle : à partir de la galerie de base on excavera des cheminées allant jusqu'au faîte, puis on exécutera la galerie de faîte, l'abatage en pleine section et le revêtement.

Les galeries d'avancement et les galeries transversales sont creusées à l'aide de perforatrices hydrauliques, système Brandt. L'élargissement de la première galerie s'obtient soit avec des perforatrices, soit à la main; les maçonneries sont exécutées par les moyens ordinaires.

Perforation mécanique. — *Nature du terrain.* — Les recherches préliminaires qui ont été faites pour apprécier la dureté du massif montagneux à traverser, ont permis de constater que les méthodes actuelles de perforation mécanique trouvaient dans ces terrains une application avantageuse et que les travaux pouvaient être menés rapidement. La stratification des terrains traversés est assez régulière, sensiblement perpendiculaire à l'axe du tunnel et inclinée du nord-est au sud-est, de sorte que le travail des perforatrices est particulièrement facile dans les roches tendres schisteuses qui se trouvent du côté de l'entrée nord. Partout ailleurs, on rencontrera surtout du gneiss.

Pour évaluer la durée des travaux et le rendement des perforatrices, des expériences méthodiques ont été exécutées sur un bloc dur et compact de gneiss d'Antigorio. Ces expériences ont permis de compter sur un avancement journalier de 5m80; les travaux récemment exécutés, en divers pays, montrent que ces prévisions n'ont rien d'exagéré.

Pour le percement de l'Arlberg, après la ~~traversée de~~ terrains ébouleux où les perforatrices n'intervenaient pas, on a obtenu, pendant 308 jours, du 1er janvier au 10 novembre 1883, un avancement journalier moyen de 5m60.

Au tunnel de Suram, dans le Caucase, on obtint, avec deux perforatrices, un avancement journalier de 5m98 du 6 juin 1887 au 12 octobre 1888. Les roches étaient formées de marnes calcaires, et l'on eut à lutter contre des inondations et des infiltrations de gaz explosibles. Dans les mois de juin, juillet et septembre 1888, l'avancement fut de plus de 7 mètres par jour.

Les perfectionnements apportés aux perforatrices depuis cette époque et l'emploi d'explosifs puissants, permettront sans doute, au Simplon, d'obtenir des avancements plus rapides que ceux que nous venons de rappeler. Les résultats déjà obtenus ont d'ailleurs confirmé ces prévisions.

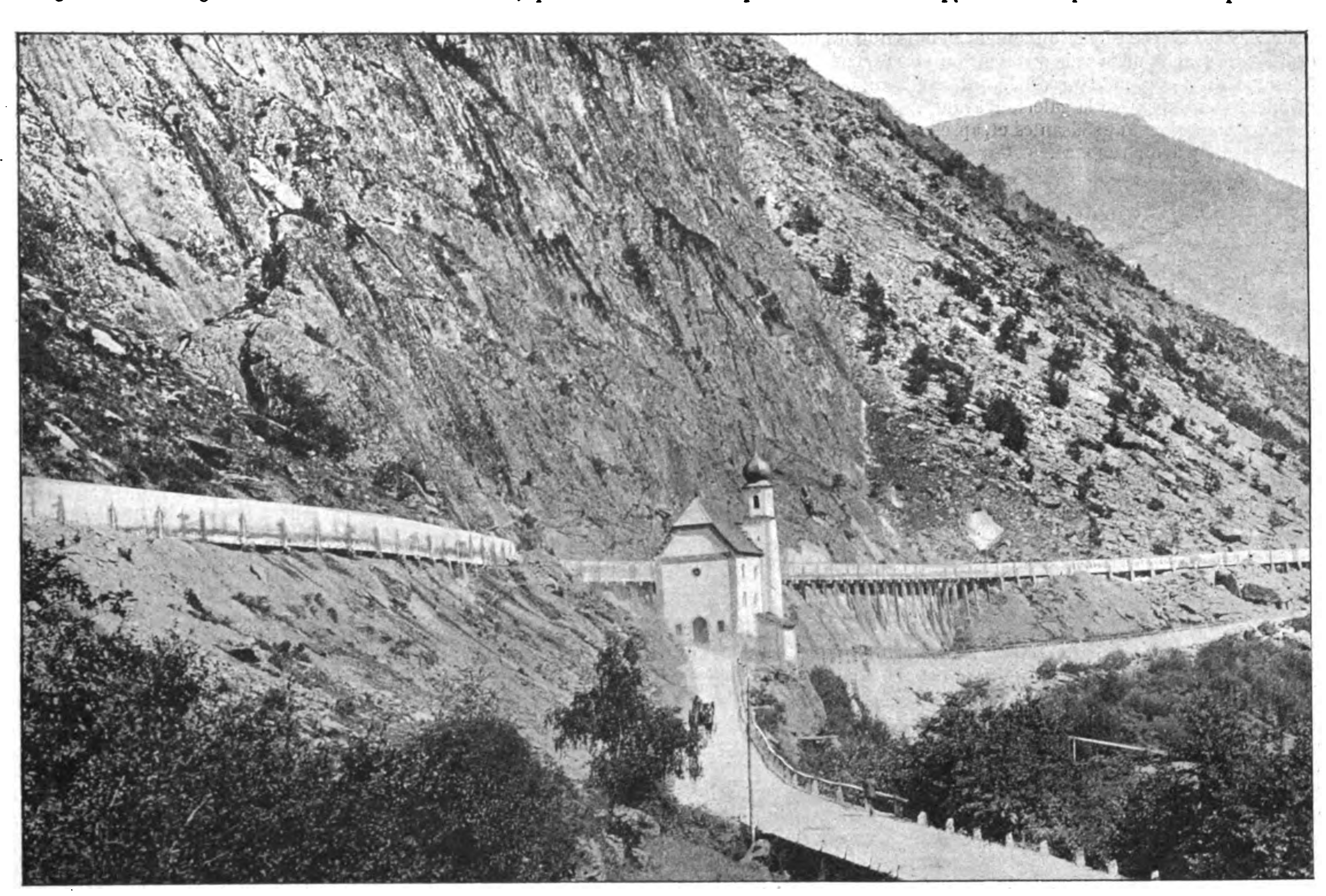


Fig. 12. — Percement du tunnel du Simplon : Vue du canal d'amenée, en béton armé, des eaux de l'usine hydraulique de Brigue (entrée nord).

*Organisation des chantiers d'attaque.* — Les deux galeries d'avancement de chaque attaque sont percées, simultanément, au moyen de perforatrices hydrauliques.

A chaque front d'attaque sont placées trois perforatrices auxquelles arrive l'eau sous pression par des conduites de 100 millimètres de diamètre. Nous n'entreprendrons pas de décrire ici le mode de fonctionnement de ces perforatrices sur lequel nous aurons sans doute l'occasion de revenir prochainement. En attendant, on peut voir sur la figure 22, représentant une installation faite à l'Exposition universelle par la Compagnie des chemins de fer du Jura-Simplon et les Établissements Sulzer frères, le mode de combinaison de trois perforatrices, système Brandt, montées sur affût et chariot.

La pression de l'eau motrice est de 70 atmosphères sur les chantiers de l'entrée nord, et de 100 atmosphères sur ceux de l'entrée sud. Ces six engins consomment 9 litres d'eau par seconde, à l'une ou l'autre des pressions ci-dessus indiquées.

Dans la roche dure, on juge utile, à chaque front d'attaque, de disposer 10 à 12 trous de mine de 70 millimètres de largeur sur 1m25 de profondeur. Dans l'ardoise, les trous de mine sont au nombre de 6 à 8, de même diamètre et de 1m70 de profondeur. Comme explosif, on se sert de dynamite.

Évacuation des déblais. — *Marinage des débris de l'explosion.* — Les perfectionnements apportés dans la construction des perforatrices mécaniques et dans la fabrication des explosifs ont considérablement réduit le temps employé pour la perforation des roches. Le temps nécessaire à l'évacuation des déblais étant, au contraire, resté sensiblement le même, il en résulte que son importance relative est devenue notablement plus grande. Il importe donc de diminuer autant que possible cette durée de l'enlèvement des déblais ou, tout au moins, de pouvoir commencer un nouveau forage avant l'enlèvement complet des débris de la précédente explosion.

Pour réaliser ce desideratum, on avait imaginé de puissants moyens hydrauliques, mis en œuvre à l'instant même de l'explosion et par lesquels les débris en provenant devaient être projetés en arrière du front d'attaque, sur une grande longueur de la galerie d'avancement. Le déblaiement de la partie centrale de celle-ci se serait ainsi effectué assez rapidement et les perforatrices auraient pu, de nouveau, être installées et mises en fonctionnement, tandis que les déblais rejetés à droite et à gauche de la voie auraient pu être évacués à loisir pendant le temps du forage. Ce procédé, qui avait en outre l'avantage de rafraîchir les déblais et la galerie d'avancement, n'a pu être appliqué dans des conditions satisfaisantes et, après des essais prolongés, l'entreprise paraît y avoir renoncé.

Ventilation et rafraichissement des chantiers. — Les températures élevées que l'on doit rencontrer, au cours de ces travaux, ont rendu nécessaire l'emploi de moyens énergiques de ventilation et de rafraîchissement des chantiers. De grandes masses d'air sont donc insufflées dans la galerie II et reviennent à l'extérieur par le tunnel I.

Tandis que le volume de l'air insufflé pour la ventilation des chantiers était de 2 mètres cubes par seconde au Saint-Gothard et de 3 à 6 mètres cubes à l'Arlberg, il doit atteindre, au Simplon, 50 mètres cubes quand les travaux seront suffisamment avancés. La vitesse du courant d'air, dans la galerie II, sera de 6 mètres à la seconde. On obtiendra ainsi un refroidissement intense des parois. En été, quand l'air arrivera aux dernières galeries transversales, il pourra être refroidi de 10 ou 15°, au moyen de pulvérisateurs d'eau.

Pour insuffler 50 mètres cubes d'air par seconde sur un parcours de 10 kilom. environ et pour une section de 8 mètres carrés dans la galerie II, il sera nécessaire d'avoir une pression motrice de 473 millimètres d'eau, laquelle sera portée à 487 millimètres, en comptant 14 millimètres pour les résistances. On devra installer des ventilateurs qui, pour un rendement de 65 %, auront une puissance de 500 chevaux.

A chaque entrée du tunnel (galerie II), on a prévu deux ventilateurs commandés directement par des turbines. Ces ventilateurs accouplés en tension, l'un derrière l'autre, peuvent livrer 50 mètres cubes à la seconde, à la pression de 487 millimètres d'eau. Accouplés en quantité, l'un à côté de l'autre, ils fournissent, dans le même temps, 100 mètres cubes, à la pression de 243 millimètres.

On procède au percement des galeries de faîte du tunnel I et à l'élargissement de la fouille dès que, sur un parcours de 200 mètres en arrière du front d'attaque, la dernière galerie transversale est exécutée.

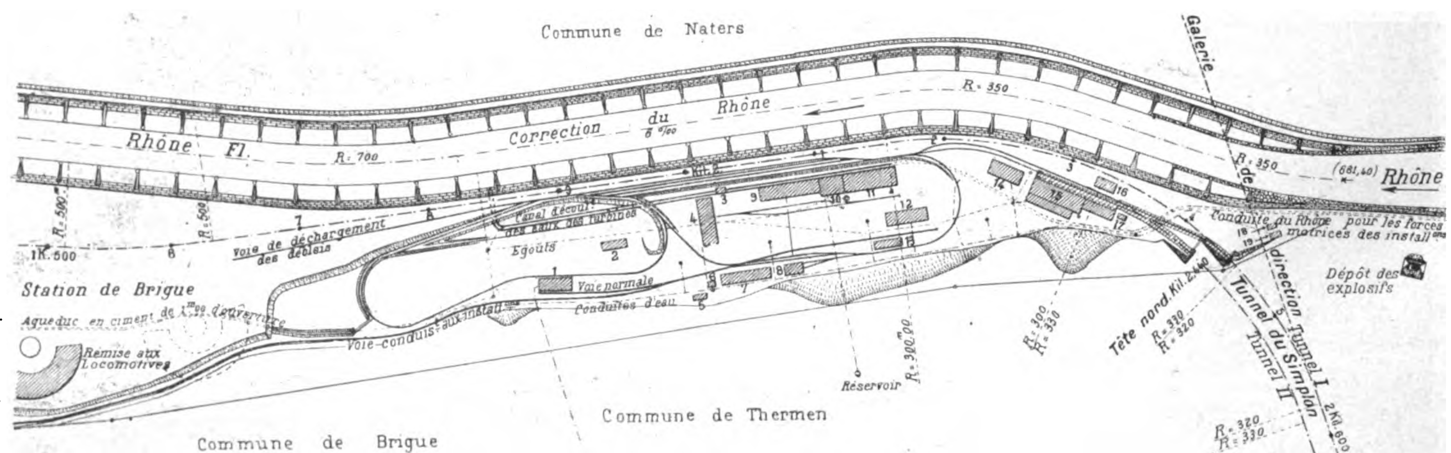



Fig. 13. — Plan général des installations de Brigue.

1, magasin de chaux et ciment; — 2, scierie; — 3, water-closets; — 4, bureau central de l'Entreprise, magasin et logements; — 5, bureau provisoire; — 6, water-closets; — 7, atelier de réparation des wagons; — 8, remise aux locomotives; — 9, atelier de réparations; — 10, bâtiment des machines; — 11, bâtiment des turbines et pompes; — 12, installation électrique pour l'éclairage; — 13, hangar à charbon; — 14, bureau pour le service du tunnel et forge; — 15, station du tunnel, cantine, bains et séchoir; — 16, bureau de la Compagnie J.-S. pour le service du tunnel; — 17, bureau provisoire de la Compagnie J.-S.; — 18, bureau provisoire de l'Entreprise; — 19, ventilation provisoire.

*Voies de service.* — L'arrivée des matériaux et l'évacuation des déblais se font au moyen d'un système de voies de 0m80 de largeur, avec rails pesant 20 kilogr. par mètre courant. Dans chacune des galeries d'avancement se trouve une voie, et ces deux voies sont reliées entre elles par des voies de raccord placées dans les galeries de jonction (fig. 6), établies obliquement par rapport aux galeries parallèles.

Les locomotives de service sont des locomotives à vapeur, dont les chaudières sont de grande capacité, de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'avoir un feu actif dans le foyer, quand on est dans le souterrain. Il se produit ainsi peu de fumée et la chaleur rayonnée n'est pas sensible, grâce à l'activité de la ventilation. Ces locomotives pèsent 16 tonnes et peuvent passer dans des courbes de 15 mètres de rayon.

Les plates-formes pour matériaux et les wagonets pour déblais sont montés sur châssis en fer. Leurs essieux sont munis de paliers à ressort et leur liaison s'effectue élastiquement au moyen de tampons à ressort. La capacité des wagonets de déblais est de 2 mètres cubes.

Depuis que les galeries d'avancement ont atteint une assez grande longueur, les ouvriers sont transportés jusqu'à leurs chantiers dans des wagons spéciaux à quatre compartiments de huit places chacun.

Jusqu'ici, la galerie II est utilisée pour l'arrivée des trains vides qui, après leur chargement, reviennent par la galerie I. Le sens de ce mouvement est également celui de la ventilation, ce qui a été jugé préférable, au point de vue hygiénique, pour le personnel transporté.

Dans le sens de l'aller, la locomotive pousse devant elle le train des wagonets en classant ceux-ci, dans les galeries transversales, à hauteur des divers chantiers. Pendant ce temps, la vitesse des ventilateurs est un peu ralentie, pour éviter que la fumée incommode les ouvriers arrivant avec le train.

Les wagonets de déblais, chargés sur les divers chantiers, sont conduits jusqu'à la partie du tunnel déjà achevée et forment en ce point un train que ramène à l'extérieur la locomotive qui vient de remorquer le train des wagonets vides.

Sauf les deux dernières, toutes les galeries transversales sont obturées, et l'air frais arrive dans le tunnel par les chantiers les plus voisins de l'attaque.

Le front d'attaque proprement dit se trouve en dehors de cette circulation d'air. Une conduite de dérivation y amène 0,6 à 0,8 mètre cube d'air, que des pulvérisateurs d'eau maintiennent à une température inférieure de 8 ou 10° centigrades à celle des parois. Une disposition analogue existe pour les galeries de faîte, où arrivent des quantités d'air égales à 0,2 à 0,4 mètre cube à la seconde.

Quant à la quantité d'eau à fournir pour rafraîchir les chantiers et pour y maintenir, dans les cas les plus défavorables, une température voisine de 20°, on a calculé qu'il faudrait un débit de 52 litres par seconde. Les dispositions qui ont été prises permettent d'avoir un débit de plus de 80 litres par seconde.

A l'entrée du tunnel sont construits de nombreux bâtiments contenant des installations de bains, lavoirs et restaurants. Avant d'entrer dans le tunnel, les travailleurs changent de vêtement ; à leur sortie, ils se rendent dans des salles de bains où ils abandonnent leurs vêtements humides et reprennent leurs habits personnels. Pendant le repos, les vêtements de travail sont lavés et séchés. Les voies d'accès sont couvertes et fermées sur les côtés, de façon que les ouvriers, à leur sortie du tunnel, ne soient pas atteints par les courants d'air froid.

Installations motrices extérieures. — *Entrée nord.* — A chacune des entrées du tunnel on a établi les installations nécessaires pour permettre le percement de la moitié de l'ouvrage, soit une longueur de 10 kilom. environ.

Les installations extérieures de l'entrée nord sont placées sur la rive gauche du Rhône (fig. 5 et 13), de façon que, pendant l'achèvement du deuxième tunnel, elles ne gênent en rien l'exploitation dans celui qui sera terminé.

Pendant la première année des travaux, jusqu'à complet aménagement de l'usine motrice utilisant les eaux du Rhône, la puissance nécessaire a été fournie par 3 locomobiles de 60 à 80 chevaux chacune. La force totale nécessaire était de 220 chevaux, dont 170 pour les six perforatrices fonctionnant à 70-100 atmosphères et 50 pour la ventilation et les ateliers.

Pendant la deuxième période des travaux, laquelle durera de un an et demi à deux ans jusqu'à ce que les galeries soient arrivées au kilomètre 5, on aura besoin d'une force motrice de 790 chevaux qui se décomposera ainsi :

| | | |
|---|---|---|
| Pour 8 perforatrices, à 70 atmosphères de pression | chevaux. | 240 |
| — la ventilation | | 250 |
| — l'éclairage électrique | | 200 |
| — les ateliers, lavage de sables, bétonnières, etc. | | 100 |
| Total | chevaux. | 790 |

Pendant la troisième période, qui durera de deux ans à deux ans et demi, du kilomètre 5 au kilomètre 10, l'énergie nécessaire prévue est de 1 550 chevaux, soit :

| | | |
|---|---|---|
| Pour la perforation mécanique | chevaux. | 250 |
| — le refroidissement et le marinage | | 500 |
| — la ventilation | | 500 |
| — l'éclairage électrique | | 200 |
| — les ateliers | | 100 |
| Total | chevaux. | 1 550 |

Le volume d'eau fourni sera de 84 litres par seconde, dont 24 pour les perforatrices et 60 pour les divers autres usages.

Pour créer la force nécessaire, on a établi, à un peu plus de 4 kilom. en amont de l'entrée du tunnel, un barrage de dérivation sur le Rhône. L'eau ainsi dérivée est amenée à l'usine motrice par une canalisation d'environ 4$^{km}$5 de longueur, constituée soit par un canal ordinaire à ciel ouvert, soit par une galerie souterraine, soit par une conduite forcée, soit enfin, sur 3 kilom. de longueur, par un canal en béton armé (fig. 12) dont nous dirons quelques mots.

La chute utile ainsi créée est de 44$^m$60, ce qui, avec le débit minimum de 5 mètres cubes par seconde, donne sur l'arbre des turbines une puissance effective de 2 230 chevaux.

On voit que l'on dispose d'une force motrice notablement supérieure à celle prévue pour les besoins de la perforation, de la ventilation, etc., et qu'on pourrait en affecter une certaine partie à la traction qui, ainsi que nous l'avons dit, se fait encore par des locomotives à vapeur.

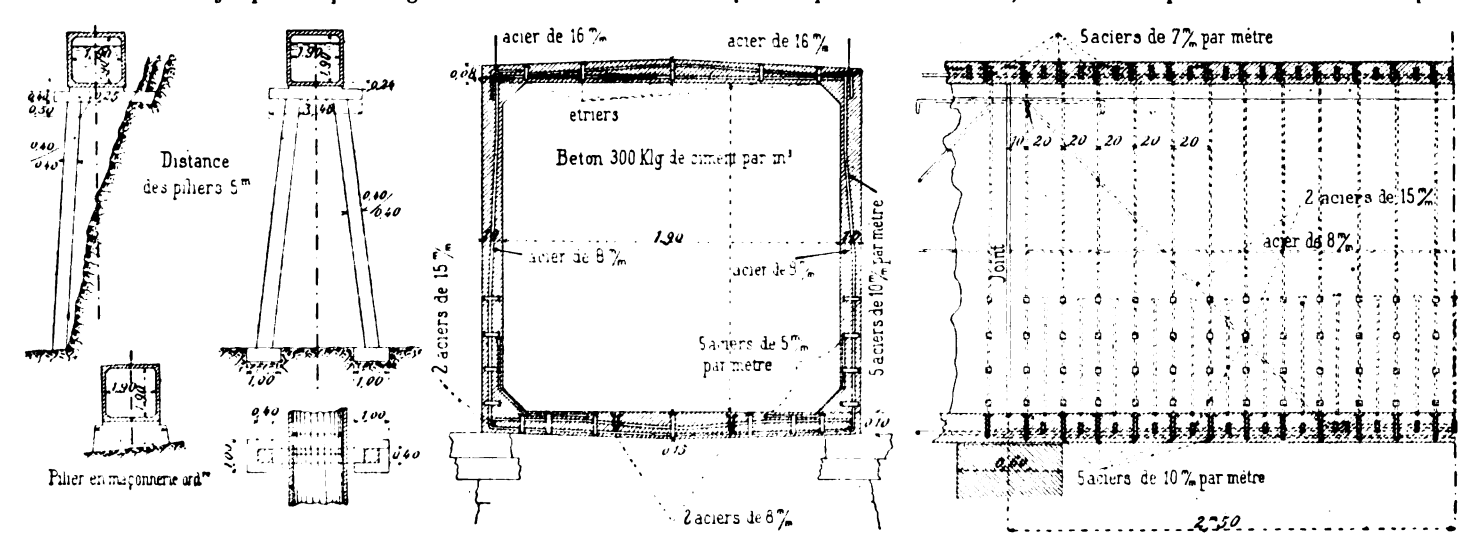



Fig. 14 à 19. — Profils en travers, plan et coupe longitudinale du canal en béton armé du canal d'amenée de l'usine de Brigue.

L'aqueduc en béton armé (fig. 12 et 14 à 19) a été construit d'après le système Hennebique; il a une section carrée de 0$^m$90 × 0$^m$90 et une pente de 1.2 ‰. Il peut débiter 8 mètres cubes d'eau à la seconde, l'eau ayant une vitesse de 2 mètres.

Les parois latérales de cet ouvrage sont formées d'une ossature métallique comportant des tirants verticaux en acier de 10 millimètres de diamètre placés à 0$^m$20 l'un de l'autre. Ces tirants s'accrochent, à leur partie supérieure, à deux barres longitudinales de 16 millimètres de diamètre, sur lesquelles viennent aussi s'attacher les barres horizontales qui forment l'ossature du plafond. Les barres du côté inférieur sont rendues solidaires des parois latérales d'une façon analogue. Les montants verticaux sont consolidés, tous les 5 mètres, par des contreventements inclinés prenant appui sur des semelles horizontales. Le canal ainsi constitué est formé de 596 tronçons de 5 mètres chacun et de deux tronçons de 10 mètres. Les joints de ces tronçons sont faits de façon à permettre les dilatations.

Ce canal, dont la construction a entraîné une dépense de 100 fr. par mètre courant, a avantageusement remplacé une canalisation en bois dont on avait fait usage au début et qui avait coûté 85 fr. par mètre courant.

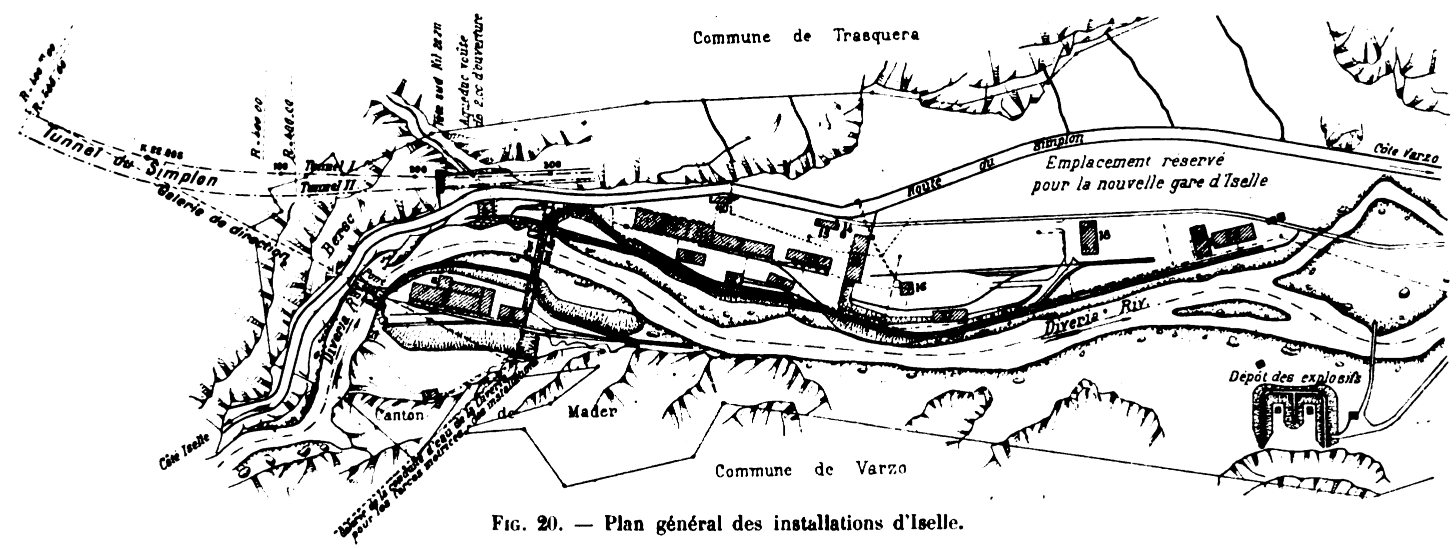



Fig. 20. — Plan général des installations d'Iselle.

1, filtre d'eau; — 2, station du tunnel, bains, séchoir et bureau; — 3, forge; — 4, ventilation du tunnel; — 5, batiment des turbines et pompes; — 6, bâtiment des machines; — 7, atelier de réparations; — 8, installation électrique pour l'éclairage; — 9, remise des locomotives; — 10 et 11, hangars à charbon; — 12, atelier de réparation des wagons; — 13, bureau de la douane italienne; — 14, portier; — 15, bureau central de l'Entreprise, magasins et logements; — 16, scierie; — 17, magasin de chaux et de ciment; — 18, hôtel; — 19, cantine des ouvriers; — 20, dortoirs des ouvriers.

*Entrée sud.* — Les installations de l'entrée sud (fig. 1 et 20) ont été assez difficiles à établir, car les coteaux environnants sont presque à pic. Les divers bâtiments sont installés sur la rive gauche de la Diveria, en deux groupes placés à 5 mètres de différence de niveau l'un de l'autre.

On peut distinguer en ce point deux périodes de travaux :

Pendant la première période, jusqu'à aménagement complet de l'usine hydraulique, on a employé 3 locomobiles de 60 à 80 chevaux chacune. Cette puissance totale de 220 chevaux subvient au fonctionnement :

| | | |
|---|---|---|
| De 6 perforatrices marchant à 100 atmosphères . . . . . | chevaux. | 180 |
| Des ventilateurs et des ateliers. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 40 |
| Total. . . . . . | chevaux. | 220 |

Pendant la deuxième période, qui durera de quatre ans à quatre ans et demi, à partir du kilomètre 2 jusqu'au milieu du tunnel, l'usine motrice utilisant les eaux de la Diveria pourra fournir 1 700 chevaux, qui seront employés de la façon suivante :

| | | |
|---|---|---|
| Perforation mécanique (8 perforatrices à 100 atmosphères). | chevaux. | 350 |
| Eau de refroidissement et de marinage. . . . . . . . . . . . . . | | 550 |
| Ventilation. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 500 |
| Éclairage électrique. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 200 |
| Ateliers divers. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 100 |
| Total. . . . . . | chevaux. | 1 700 |

La chute fournissant cette puissance est créée au moyen d'un barrage de dérivation établi sur la Diveria, à 4 kilom. en amont de l'usine motrice qui est placée tout près de l'entrée du tunnel, comme on le voit sur la figure 20. La différence de niveau, entre les deux extrémités de la canalisation qui amène les eaux du barrage à l'usine, est d'environ 160 mètres et cette chute donne, pour le débit minimum de un mètre cube par seconde, une puissance de 1 600 chevaux environ.

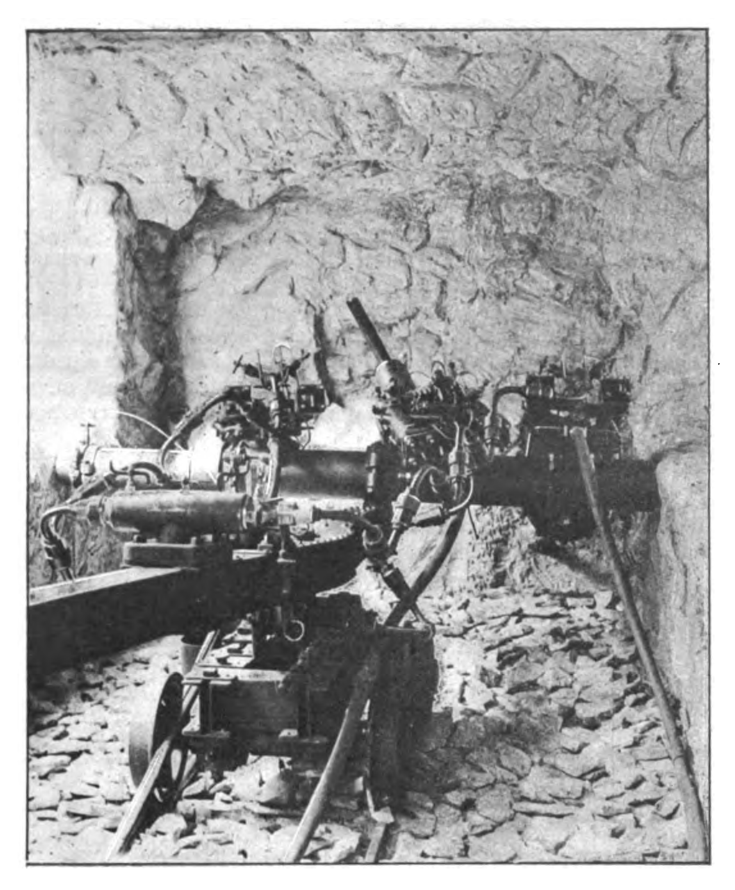


Fig. 21. — Vue de la perforatrice, système Brandt, exposée dans la section suisse de la classe 28.

Programme des travaux. — Le tunnel devant être terminé en cinq ans et neuf mois, le programme suivant avait été établi, dès le début des travaux, pour les avancements annuels :

| Années | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Derniers mois |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | mètres | mètres | mètres | mètres | mètres | mètres |
| Galeries d'avancement . . . | 2 400 | 3 700 | 4 100 | 4 930 | 5 100 | » |
| Galeries de faîte. . . . . . | 2 000 | 3 600 | 4 000 | 4 600 | 5 200 | 330 |
| Élargissement du tunnel I . | 1 400 | 3 600 | 4 000 | 4 500 | 5 400 | 730 |
| Maçonneries . . . . . . . . | 700 | 3 500 | 4 000 | 4 400 | 5 500 | 1 430 |
| Ballastage et pose de la voie. | » | » | » | » | » | 19 730 |

A la fin de l'année 1898, quelques mois après le début des travaux, une grande partie des bâtiments extérieurs étaient terminés. Les galeries parallèles d'avancement étaient arrivées à 400 mètres de l'entrée nord et à 100 mètres de l'entrée sud.

État actuel des travaux. — Si l'on se reporte au dernier compte rendu trimestriel de l'entreprise, publié en août, on peut se rendre compte de ce fait que les travaux ont été menés, pour les galeries d'avancement et pour les maçonneries, plus rapidement qu'on ne l'avait prévu. Le tableau suivant résume l'état des chantiers à la fin des mois de mars et juin 1900 :

| | Entrée nord | | Entrée sud | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| État des travaux en fin . . . . . . . . . | Mars | Juin | Mars | Juin | Mars | Juin |
| Galeries parallèles d'avancement. mètres | 2 770 | 3 252 | 1 992 | 2 392 | 4 762 | 5 644 |
| Galeries de faîte. . . . . . . . — | 1 424 | 2 138 | 950 | 1 413 | 4 476 | 5 404 |
| Cube des déblais . . . . mètres cubes | 81 652 | 107 590 | 54 989 | 75 993 | 136 641 | 183 583 |
| Revêtements en maçonnerie. . . . . . | 1 130 | 1 627 | 548 | 1 893 | 1 676 | 2 520 |

Les renseignements suivants, relatifs au mois d'août 1900, permettent d'apprécier également l'activité moyenne du travail :

| | Côté nord. | Côté sud. | Total. |
|---|---|---|---|
| **Galeries d'avancement.** | | | |
| Longueur à fin juillet 1900. . . mètres. | 3 427 | 2 523 | 5 950 |
| Progrès mensuel . . . . . . . — | 161 | 120 | 281 |
| Total à fin août 1900. . . . . . — | 3 588 | 2 643 | 6 231 |
| **Ouvriers.** | | | |
| *Hors du tunnel.* | | | |
| Total des journées. . . . . . . . . . . | 15 639 | 13 598 | 29 237 |
| Moyenne journalière. . . . . . . . . . | 562 | 504 | 1 066 |
| *Dans le tunnel.* | | | |
| Total des journées. . . . . . . . . . . | 41 958 | 35 408 | 77 366 |
| Moyenne journalière . . . . . . . . . . | 1 465 | 1 218 | 2 683 |
| Effectif maximum travaillant simultanément. . . . . . . . . . . . . . . . | 586 | 487 | 1 073 |
| *Ensemble des chantiers.* | | | |
| Total des journées. . . . . . . . . . . | 57 597 | 49 006 | 106 603 |
| Moyenne journalière. . . . . . . . . . | 2 027 | 1 722 | 3 749 |
| **Animaux de trait.** | | | |
| Moyenne journalière . . . . . . . . . | 30 | 18 | 48 |

Pendant cette dernière période, la galerie d'avancement du côté nord a traversé des schistes lustrés sérécitiques et des bancs micacés gris, souvent tendres. De nombreuses infiltrations d'eau ont été reconnues et l'on a dû boiser sur une longueur de 10 mètres. Les travaux ont été suspendus pendant 36 heures, pour la vérification de l'axe du tunnel. Le progrès moyen de la perforation mécanique a été de 5m 46 par jour de travail.

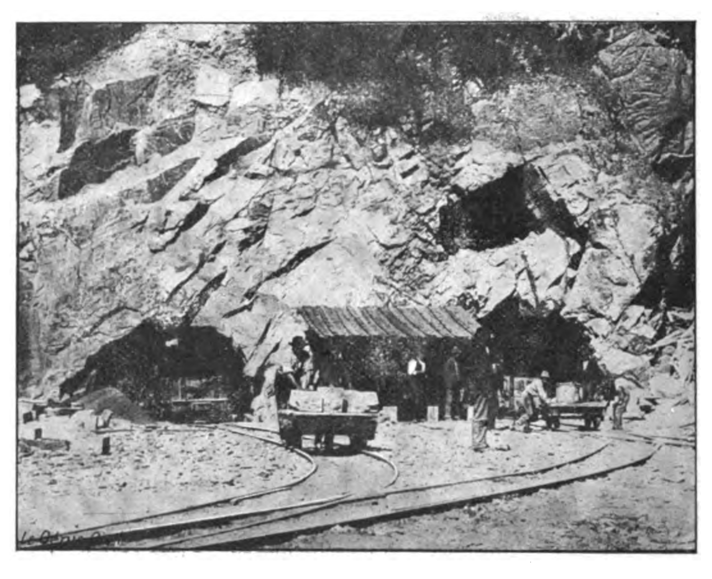
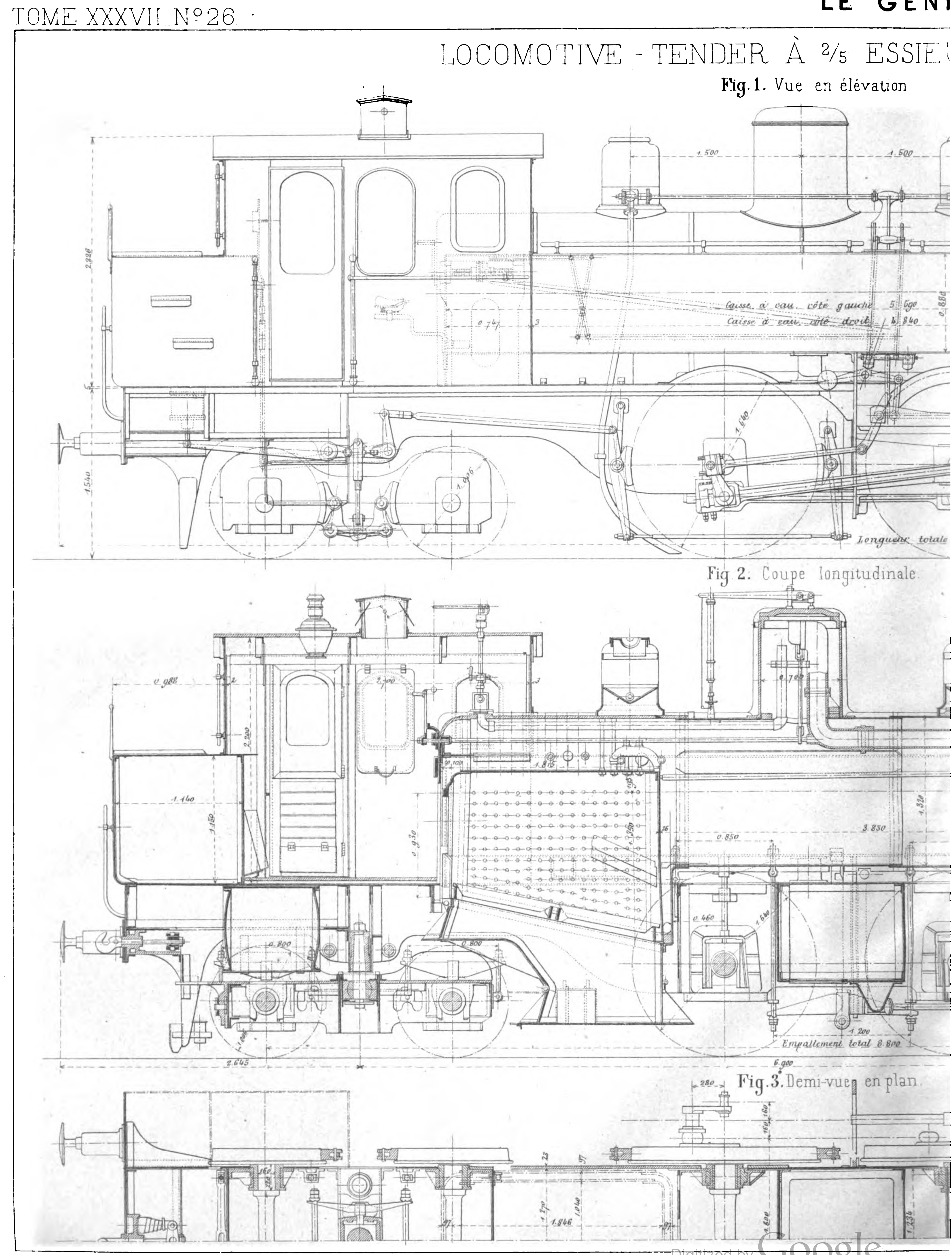


Fig. 22. — Vue de l'entrée du tunnel, côté nord.

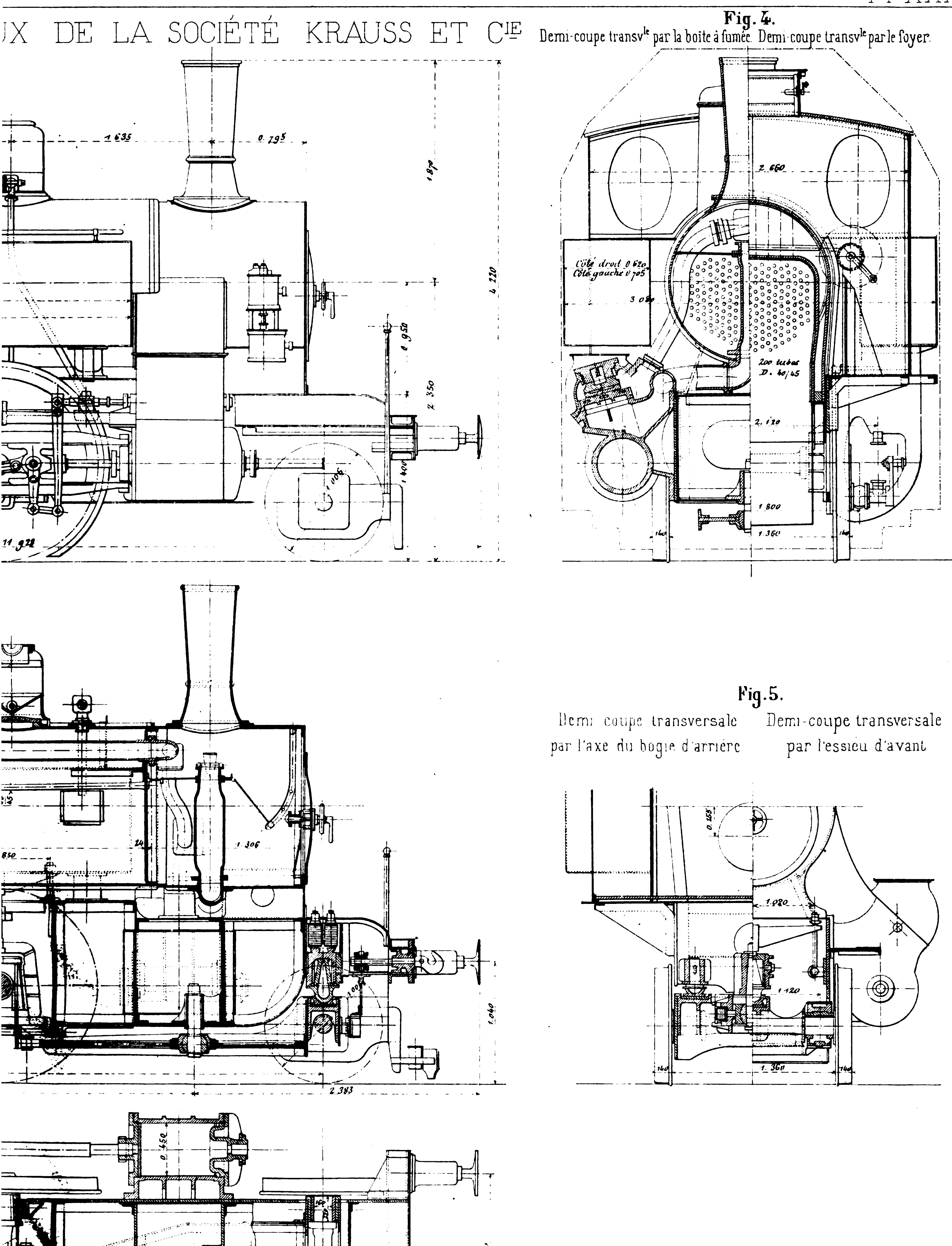
La galerie d'avancement du chantier sud a traversé du gneiss d'Antigorio, d'abord compact, puis plus tendre et délité de manière à exiger des boisages sur 60 mètres de longueur. Le 27 août, la perforation mécanique a dû être arrêtée à cause des pluies torrentielles qui troublaient l'eau actionnant les machines. Le progrès moyen de la perforation mécanique a été de 3m 87 par jour. Depuis le 2 août, les ouvriers de l'avancement sont amenés par trains sur les chantiers.

Jusqu'à ce jour, on n'a mis en fonctionnement que trois perforatrices sur les chantiers de l'entrée nord et trois également sur ceux de l'entrée sud.

Les températures de la roche aux fronts d'attaque ont été les suivantes pour les deux chantiers :


LOCOMOTIVE - TENDER À 2/5 ESSIEU
Fig. 1. Vue en élévation
Caisse à eau côté gauche
Caisse à eau côté droit
Longueur totale
Fig 2. Coupe longitudinale
Empattement total 8.800
Fig. 3. Demi-vue en plan

UX DE LA SOCIÉTÉ KRAUSS ET C^IE



| DISTANCE DU FRONT D'ATTAQUE A L'ENTRÉE NORD | TEMPÉRATURE en DEGRÉS CENTIGRADES | DISTANCE DU FRONT D'ATTAQUE A L'ENTRÉE SUD | TEMPÉRATURE en DEGRÉS CENTIGRADES |
|---|---|---|---|
| mètres | | mètres | |
| 900 | 16,4 | 400 | 20,8 |
| 1 000 | 16,7 | 500 | 20,9 |
| 1 200 | 17,4 | 600 | 23,94 |
| 1 400 | 18,4 | 700 | 25,05 |
| 1 600 | 19,7 | 800 | 26,15 |
| 2 000 | 20,4 | 2 000 | 28,4 |

La ventilation absorbe, par jour, depuis la fin du mois de mai, 1 432 130 mètres cubes d'air, dont 740 830 mètres cubes pour les chantiers nord et 691 300 pour les chantiers sud. Les ventilateurs ne sont installés que du côté de l'entrée sud. Sur les chantiers nord, la ventilation s'obtient provisoirement au moyen d'un puits d'aération chauffé pour augmenter le tirage. Des projecteurs d'eau sont installés sur chacun des avancements. La température de l'eau sortant de ces injecteurs est respectivement sur les chantiers nord et sud de 20° et 15° centigrades, alors qu'elle est de 10° environ à l'extérieur.

Les volumes d'eau sous pression que l'on envoie de chacune des extrémités aux chantiers d'attaque s'élèvent, par jour, à 1 900 mètres cubes pour les chantiers nord et à 1 600 mètres cubes pour ceux du sud.

La consommation journalière moyenne de dynamite sur le chantier nord est de 505 kilogr. (271 kilogr. pour la perforation mécanique et 234 kilogr., pour la perforation à main); cette consommation est de 406 kilogr. sur le chantier sud, dont 285 kilogr. pour la perforation mécanique.

Jusque vers la fin du mois d'août 1899, l'évacuation des déblais s'effectuait au moyen de chevaux, dont le nombre s'élevait à 40. Depuis cette époque, les trains de wagonets sont remorqués par des locomotives à vapeur.

Telle est, dans son état actuel, la physionomie des deux chantiers qui, partant de Brigue, en Suisse, et d'Iselle, en Italie, vont à la rencontre l'un de l'autre, à travers le Simplon. On a pu se rendre compte, par les chiffres donnés plus haut sur l'avancement moyen journalier depuis l'ouverture des travaux, qu'il y a tout lieu de penser que ceux-ci pourront être entièrement achevés dans les délais prévus, c'est-à-dire vers le milieu de l'année 1904.

A. DUMAS,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

---

## EXPOSITION DE 1900

### LOCOMOTIVES-TENDERS A DEUX ESSIEUX ACCOUPLÉS et à simple expansion, de la Société Krauss et Cie, de Munich.

*(Planche XXXVI.)*

Outre la machine compound express, à mécanisme auxiliaire, dont nous avons dernièrement donné la description (1), la Société Krauss et Cie a exposé, à l'annexe de Vincennes, deux locomotives-tenders à simple expansion, à cylindres extérieurs et à deux essieux accouplés.

La première (fig. 1 et 4), qui porte le n° 4 401 du constructeur, est du type DXII des *chemins de fer de l'État bavarois*, à voie normale de 1m 435 d'écartement intérieur. La seconde (fig. 5), dont le numéro de fabrication est 4 403, ne paraît pas avoir de destination précise ; c'est une machine pour voie étroite de 0m 60.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 15, p. 265.

I. — **Locomotive à voie normale à 2/5 essieux accouplés.** — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — Ce type de machine a été créé en 1897, dans le but principal d'assurer la traction des nombreux trains de voyageurs qui, en été, circulent entre Munich et les Alpes. Les locomotives à tender séparé auraient été moins appropriées à ce service spécial, parfois très intense pendant la belle saison, à cause de l'affluence des touristes. Les machines-tenders de la série DXII des chemins de fer de l'État bavarois sont des locomotives de grande banlieue, pouvant effectuer des parcours de 120 kilom., sur profil ordinaire, sans renouveler leurs

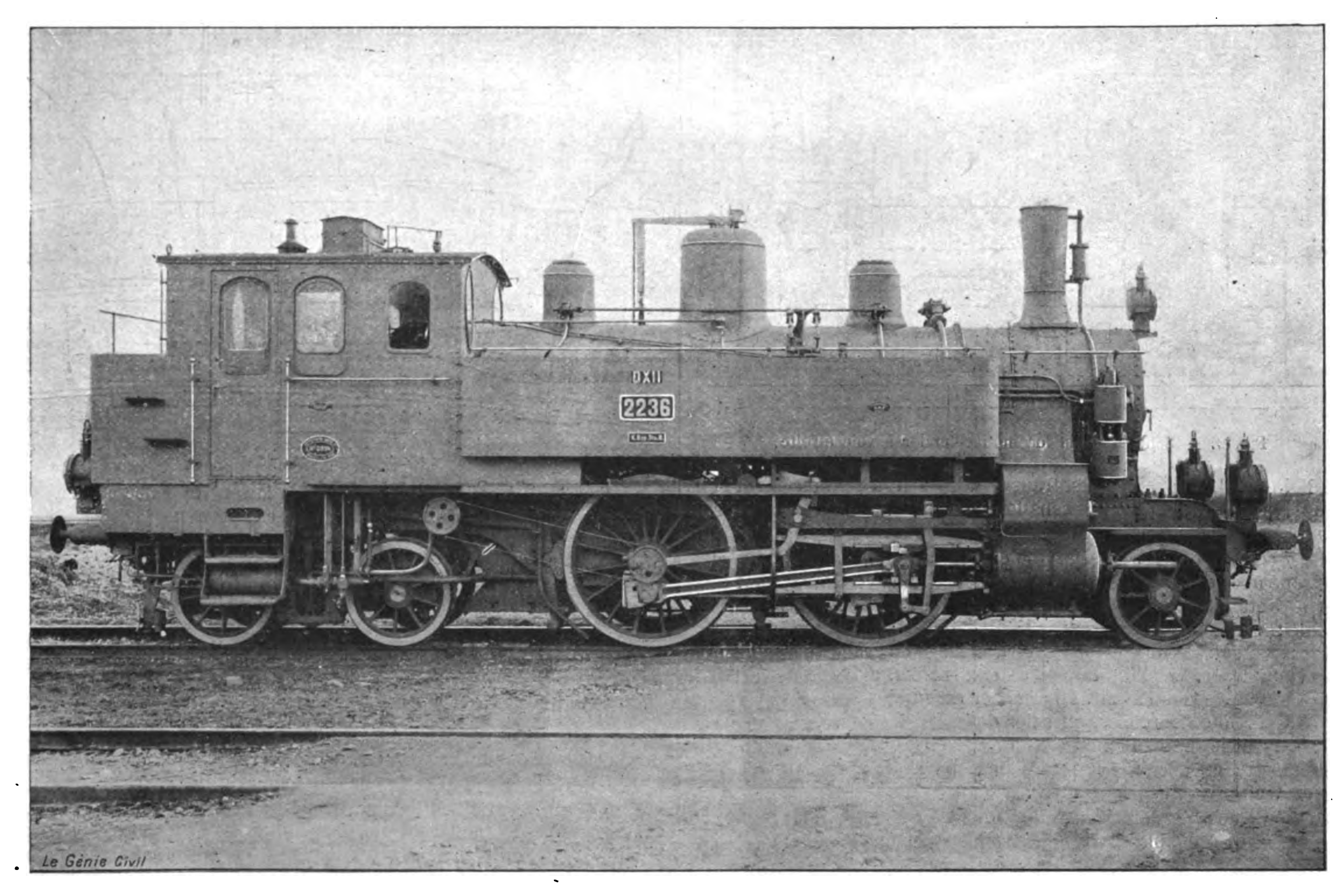



FIG. 1. — Vue d'une locomotive-tender à voie normale à 2/5 essieux de la Société Krauss et Cie, de Munich.

provisions d'eau et de charbon, grâce aux approvisionnements importants dont elles peuvent disposer. Les bâches contiennent, en effet, 9 100 litres d'eau et les soutes, 2 800 kilogr. de combustible.

Ces machines reposent sur cinq essieux, dont deux accouplés. Les essieux porteurs forment, à l'avant et à l'arrière, deux trucks articulés qui donnent au véhicule — d'après les règlements de l'Union des chemins de fer allemands — la faculté de marcher, *dans les deux sens*, à la vitesse de 90 kilom. à l'heure, ce qu'il n'aurait pas été permis de faire à une locomotive avec tender séparé.

La machine n° 4 401 (2 236 des chemins de fer de l'État bavarois)

peut, en résumé, faire un service de voyageurs sur la banlieue et aussi, dans de certaines limites, sur les grandes lignes. 88 locomotives de ce type sont actuellement en service ou en construction, soit pour le réseau de l'État bavarois, soit avec quelques légères modifications, pour les chemins de fer du Palatinat bavarois.

Conditions d'établissement. — Les principales conditions d'établissement de cette machine figurent dans le tableau ci-après :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Largeur intérieure de la voie | | mètres. | 1,435 |
| Timbre de la chaudière | | atmosphères. | 12 |
| Surface de grille | | mètres carrés. | 1,96 |
| Diamètre intérieur moyen du corps cylindrique | | mètres. | 1,320 |
| Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail | | — | 2,350 |
| Tubes à air chaud | Nombre | | 200 |
| | Diamètre extérieur | mètres. | 0,045 |
| | Longr entre plaques tubulaires | — | 3,830 |
| Surface de chauffe en contact avec les gaz | du foyer | mètres carrés. | 8,37 |
| | totale | — | 104,63 |
| Diamètre des roues au contact | motrices | mètres. | 1,640 |
| | porteuses | — | 1,006 |
| Diamètre des deux cylindres | | — | 0,450 |
| Course des pistons | | — | 0,560 |
| Empattement total | | — | 8,800 |
| Approvisionnements | eau | mètres cubes. | 9,1 |
| | charbon | tonnes. | 2,8 |
| Poids utile pour l'adhérence | | — | 30 |
| Poids à vide | | — | 52,5 |
| Poids en ordre de marche | Premier essieu | — | 14,4 |
| | Deuxième essieu | — | 15,0 |
| | Troisième essieu | — | 15,0 |
| | Quatrième essieu | — | 12,2 |
| | Cinquième essieu | — | 12,2 |
| | Total | — | 68,8 |
| Long. totale de la machine, de tampon en tampon | | mètres. | 11,928 |

Chaudière. — Le générateur est timbré à 12 atmosphères. Le corps cylindrique, formé de deux viroles de 13mm5 d'épaisseur, est relié à une boite à feu de forme Crampton, à berceau circulaire (fig. 2, pl. XXXVI). Les assemblages transversaux sont à recouvrement et à double rivure, ceux dans le sens longitudinal sont faits avec couvre-joints doubles.

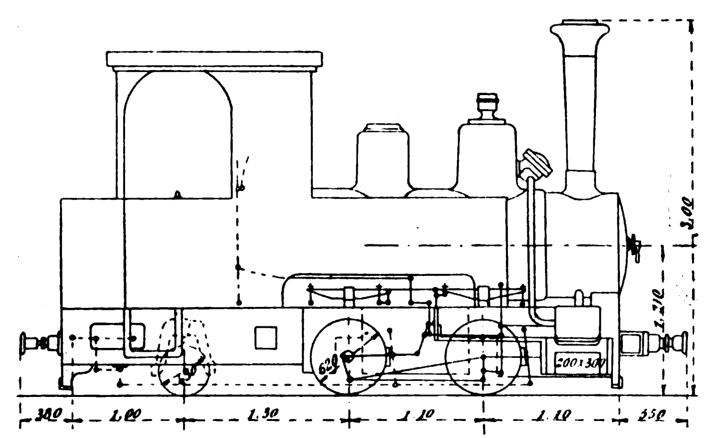


Fig. 2. — Schéma de la locomotive-tender à voie étroite.

Le foyer, en cuivre, possède une courte voûte en briques ; son ciel est relié à celui de la boite à feu par des tirants verticaux, sauf à la partie antérieure où il est supporté par de petites fermes en acier moulé ; cette disposition facilite la dilatation de la plaque tubulaire. C'est aussi dans le même but qu'on a ménagé de grands arrondis aux parois du foyer. La grille en fer, à deux travées, a 1m²96 de surface ; elle est inclinée vers l'avant. Le cendrier est muni de trois portes dont deux à l'arrière. Les tubes, en acier doux sans soudure, au nombre de 200, sont légèrement inclinés vers l'arrière. Ils ont 45 millimètres de diamètre extérieur et une épaisseur de 2mm5 ; ils sont raboutés en cuivre rouge du côté du foyer.

Le dôme de prise de vapeur, situé sur la deuxième virole, renferme le régulateur à double tiroir. Son enveloppe est d'une seule pièce, sauf le couvercle supérieur qui est rapporté et sert de siège aux deux soupapes de sûreté à levier, avec balance à ressort. Un trou d'homme, placé sur la première virole, sous le réservoir à sable d'avant, permet de visiter intérieurement la chaudière. A cet endroit, le tuyau de prise de vapeur est dévié pour laisser le passage libre. La boite à fumée, de dimensions assez modérées, contient le double tuyau de prise de vapeur des cylindres, la colonne d'échappement que surmonte un souffleur en couronne et une grille à flammèches.

Deux injecteurs Friedmann non aspirants, du type « restarting », placés sous la plate-forme du mécanicien, assurent l'alimentation de la chaudière.

Cylindres et mécanismes de propulsion. — Étant donnée la fréquence des arrêts de la machine, on a jugé à propos de ne pas lui appliquer le système compound. Les deux cylindres à simple expansion, de 450 millimètres de diamètre, sont extérieurs aux longerons et placés entre le premier et le deuxième essieu (fig. 3, pl. XXXVI). Les boites à vapeur, situées au-dessus, sont inclinées vers l'extérieur et facilement accessibles (fig. 4). Les pistons, du type suédois, en fer forgé, ont une course de 560 millimètres ; ils sont munis de deux segments en fonte. Leur guidage se fait, à l'avant, par une contre-tige et, à l'arrière, par une crosse en acier moulé se mouvant entre deux glissières. Ils attaquent le troisième essieu par des bielles motrices ayant une section en I. Les bielles d'accouplement, qui réunissent le deuxième et le troisième essieu, présentent également ce profil transversal ; leurs tourillons sont sphériques afin de faciliter le passage de la machine dans les courbes et aussi pour permettre un déplacement angulaire, par rapport à l'essieu moteur, de l'essieu accouplé, lequel participe, ainsi que nous le verrons plus loin, aux mouvements du truck articulé d'avant.

Distribution. — Les tiroirs, munis du canal Trick, sont équilibrés. Ils sont actionnés par un mécanisme du système Walschaert (fig. 1, pl. XXXVI). La commande du changement de marche est faite au moyen d'une vis mise en mouvement par une manivelle.

Chassis et roues. — Le châssis principal est formé de deux longerons ayant seulement 18 millimètres d'épaisseur, mais entretoisés d'une manière très rigide, à leurs extrémités, par les traverses d'avant et d'arrière, et dans les parties intermédiaires, d'abord par un caissonnement en tôles et cornières, supportant le réservoir du frein à air comprimé ainsi que le pivot du truck d'arrière (fig. 2 et 3, pl. XXXVI), ensuite par deux caisses à eau, d'une contenance de 3, 4 mètres cubes, suivant la disposition généralement employée dans les ateliers Krauss et Cie, et suivie par d'autres constructeurs allemands, pour l'établissement de machines-tenders. L'une de ces caisses sert d'entretoisement aux cylindres ; l'autre, placée entre le deuxième et le troisième essieu, est munie d'un filtre à l'endroit où se fait la prise d'eau des injecteurs.

Les boites à huile des essieux accouplés sont pourvues de coins de rattrapage sur leur face antérieure. Leurs glissières, très robustes, ont la forme d'un fer à cheval ; elles sont en acier moulé.

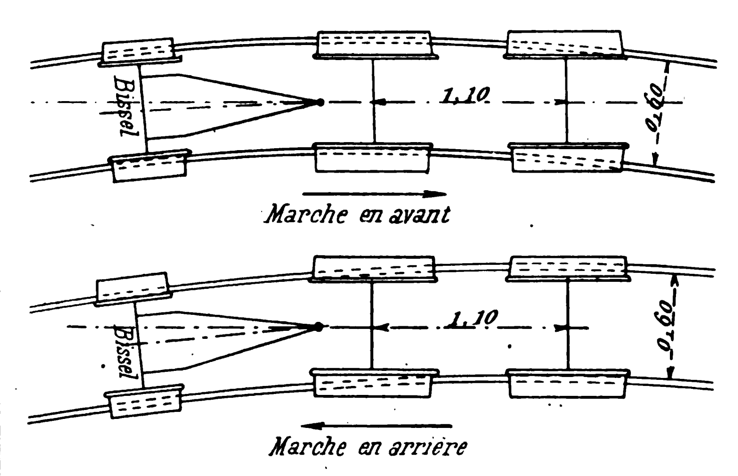



Fig. 3. — Inscription des roues de la locomotive à voie étroite dans les passages en courbe.

La machine repose à l'arrière sur un bogie, par l'intermédiaire de deux rotules s'appuyant sur des crapaudines en bronze (fig. 5, pl. XXXVI). Cet arrière-train est à déplacement latéral, contrôlé par deux ressorts à lames horizontaux, agissant sur la cheville ouvrière. La charge se transmet sur les deux essieux du bogie par quatre ressorts placés au-dessus des boites ; ceux de l'essieu d'arrière sont conjugués par un balancier transversal.

A l'avant, la locomotive s'appuie, par une rotule sphérique centrale, sur un truck du système Krauss, formé de l'essieu porteur et de l'essieu accouplé, de manière à constituer un bogie, de conception assez simple, dont l'un des essieux participerait à l'utilisation de l'effort de traction. Le bâti de ce truck, de forme triangulaire (fig. 2 et 3, pl. XXXVI), est articulé autour d'un axe vertical fixé au châssis principal de la machine ; il relie le premier et le deuxième essieu, de telle sorte que tout déplacement transversal de celui d'avant entraîne un déplacement correspondant, en sens inverse, de l'essieu accouplé. Cette disposition rappelle celle du balancier Beugniot.

Les boites à huile des deux premiers essieux sont entretoisées par des traverses en tôle, sur lesquelles sont fixés les trois sommets du châssis triangulaire de l'avant-train. Cette liaison est faite, d'une manière rigide, aux deux extrémités de la traverse antérieure, et, à l'aide d'une articulation verticale, avec la traverse postérieure. Le déplacement latéral de l'essieu accouplé peut atteindre 25 millimètres de chaque côté.

La charge se transmet sur l'essieu d'avant par l'intermédiaire de deux ressorts transversaux placés côte à côte. La suspension des essieux accouplés est indépendante de celle des essieux porteurs; elle est constituée par quatre ressorts, conjugués deux à deux au moyen de ressorts longitudinaux très flexibles, faisant l'office de balanciers (fig. 2, pl. XXXVI). Par suite de l'accouplement de ces ressorts, la locomotive repose sur cinq points d'appui théoriques.

Les roues porteuses ont un diamètre de 1m 006 et celles des deuxième et troisième essieux, 1m 640. Les roues motrices ont un boudin d'épaisseur très réduite, de façon à porter le jeu transversal des bandages à 40 millimètres, par rapport aux champignons des rails; on facilite ainsi l'inscription du véhicule dans les courbes de très faible rayon.

Caisses a eau et soutes a combustible. — Les caisses à eau ont une très grande capacité : elles peuvent contenir $9^{m3}1$ répartis dans les deux bâches inférieures et dans deux bâches latérales occupant presque toute la longueur de la machine. La communication de ces caisses entre elles est assurée par de larges tubulures.

Les soutes à combustible, au nombre de deux, sont placées à l'arrière; leur contenance est de $3^{m3}7$, ce qui représente environ 2 800 kilogr. de charbon.

Abri. — La cabine du chauffeur et du mécanicien est vaste et bien éclairée; elle est fermée complètement, la machine étant appelée à faire quelquefois de longs trajets dans les deux sens, même pendant les saisons les plus rigoureuses. Un lanterneau à clapets, percé dans la toiture, et onze fenêtres mobiles permettent la ventilation de l'abri. Deux portes latérales en bois, vitrées à leur partie supérieure, y donnent accès. L'éclairage général est assuré, la nuit, par une lanterne

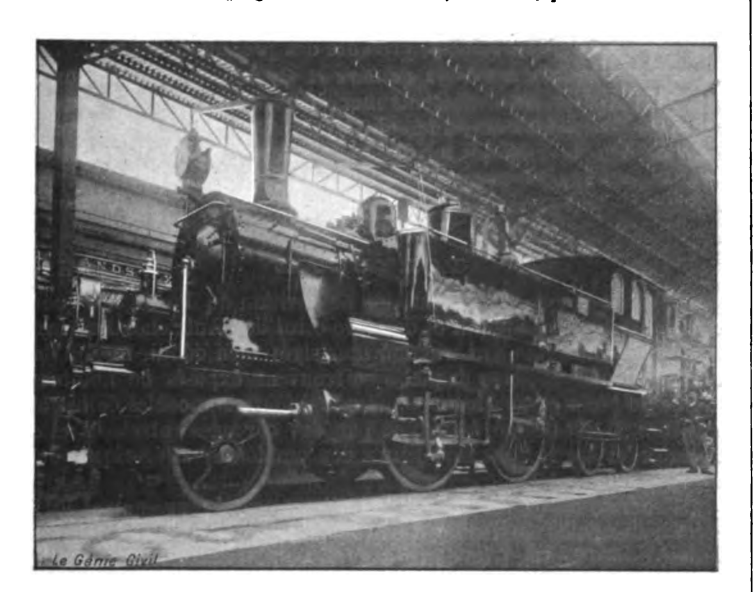


Fig. 4. — Vue de la locomotive-tender à voie normale, dans le hall de Vincennes.

fixée au toit de la cabine. Mentionnons aussi les sièges, en forme de selle de bicyclette, à l'usage des agents de la machine, et les caisses à outils, placées à portée de leur main, sous les soutes à combustible et à l'arrière des bâches à eau latérales.

Accessoires. — La locomotive est équipée du frein Westinghouse et du frein à main; quatre paires de sabots attaquent les roues des trois derniers essieux. La machine possède les appareils pour le chauffage des trains par la vapeur et un indicateur-enregistreur des vitesses, système Hausshälter, commandé à l'aide d'un petit câble en acier, par la contre-manivelle de la roue motrice, côté droit. Deux sablières automatiques à hélice du type de la maison Krauss (fig. 1, pl. XXXVI), actionnées par l'une des coulisses, distribuent le sable à l'avant des roues accouplées ou à l'arrière des roues motrices, suivant le sens de marche de la machine.

**II. — Locomotive à voie étroite n° 4 403, à 2/3 essieux accouplés.** — Cette machine-tender (fig. 5) est destinée à circuler sur des voies de 0m 60 de largeur, présentant des courbes de très faible rayon. Son poids propre et l'importance relativement grande de ses approvisionnements ont nécessité la répartition de la charge sur trois essieux, mais, pour faciliter l'inscription du véhicule dans les courbes raides, les deux premiers seuls sont accouplés; celui d'arrière constitue un train bissel (fig. 2) qui peut occuper, suivant qu'il est poussé ou tiré, c'est-à-dire selon le sens de marche de la locomotive, l'une des positions indiquées dans la figure 3, par rapport aux files de rails intérieure et extérieure; sa direction converge toujours vers le centre de la courbe.

Les conditions principales d'établissement de la machine sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Largeur intérieure de la voie | mètres. | 0,60 |
| Timbre de la chaudière | atmosphères. | 12 |
| Surface de grille | mètres carrés. | 0,39 |
| Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail. | mètres. | 1,210 |
| Surface de chauffe — du foyer | mètres carrés. | 2,00 |
| Surface de chauffe — totale | — | 18,85 |
| Diamètre des roues au contact — motrices | mètres. | 0,620 |
| Diamètre des roues au contact — porteuses | — | 0,430 |
| Diamètre des deux cylindres | — | 0,200 |
| Course des pistons | — | 0,300 |
| Empattement total | — | 2,400 |
| Approvisionnements — eau | mètres cubes. | 1,260 |
| Approvisionnements — combustible | tonnes. | 0,5 |
| Poids utile, en charge, pour l'adhérence | — | 8,0 |
| Poids à vide | — | 7,8 |
| Poids en ordre de marche | — | 10,6 |
| Longueur totale de la machine, de tampon en tampon. | mètres. | 5,430 |

Le châssis est du système Krauss, précédemment décrit. Les longerons, intérieurs aux roues, sont fortement entretoisés, notamment vers leur partie moyenne, à l'endroit des plaques de garde, par des caissonnements étanches formant bâches à eau. La suspension des deux essieux accouplés est constituée par des ressorts à lames, conjugués au moyen d'équerres de compensation, et celle de l'essieu porteur, par des ressorts à boudin. Les deux cylindres sont extérieurs aux longerons. Les pistons attaquent, par l'intermédiaire d'une crosse, guidée par une glissière unique, et de la bielle motrice, le deuxième essieu. La distribution est du type Walschaert; le changement de marche est actionné par un levier. Les quatre roues accouplées sont freinées. Notons, en dernier lieu, que les approvisionnements d'eau sont renfermés dans deux caisses latérales d'assez grande capacité et

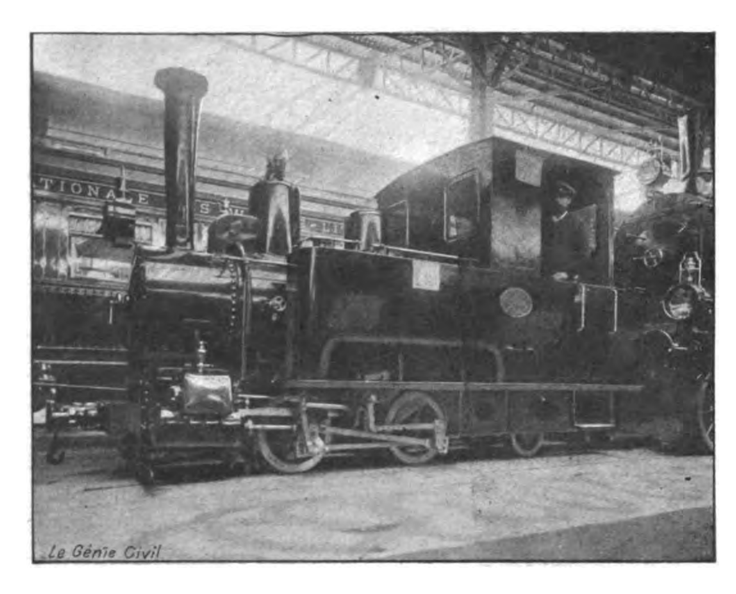


Fig. 5. — Vue de la locomotive à voie étroite, dans le hall de Vincennes.

dans les bâches inférieures, en communication avec celles-ci par des tubulures. La soute à combustible, d'une contenance de $0^{m3}60$, est à l'arrière de l'abri du mécanicien; elle peut emmagasiner 500 kilogr. de charbon.

Nous terminerons cette description en donnant ci-dessous une spécification des principaux matériaux entrant dans la construction de ces deux locomotives, avec les conditions de réception imposées pour les essais à la traction :

| Désignation des organes | Nature du métal | Résistance en kilogrammes par millimètre carré $a$ | Allongement minimum % $b$ | Striction minimum $c$ | Somme minimum $a + b$ ou $a + c$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Essieux droits | Acier Martin. | 55 à 60 | » | 40 | 95 |
| Bandages | Acier au creuset. | 65 à 73 | » | 25 | 95 |
| Tôles embouties de chaudières. | Fer homogène. | 34 à 40 | 25 | » | 62 |
| Tôles non embouties de chaudières | Id. | 36 à 42 | 22 | » | 61 |
| Rivets, tirants de chaudières | Id. | 34 | 20 | » | 54 |
| Tôles de foyers, tuyaux | Cuivre rouge. | 21 | 38 | 45 | » |
| Entretoises de foyers | Id. | 22 | 38 | 45 | » |

Les essieux coudés, en acier au creuset, et les corps de roues, en acier moulé, ont été fournis par la maison Krupp, d'Essen.

F. Barbier,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

## PARTICIPATION DES PUISSANCES ÉTRANGÈRES

### ITALIE

**Pavillon de la rue des Nations.** — Le Pavillon de l'Italie (fig. 1) est le premier que l'on rencontre en descendant la Seine; il ressemble à une immense cathédrale, avec ses ogives et ses colonnades formant relief le long de ses murailles, et ses nombreuses niches abritant des statues. Sa longueur est de 65 mètres, sa largeur de 38, et une centaine de statues, reproduisant les plus belles œuvres de l'art italien, sont réparties sur ses façades.

Cette construction tient du style gothique comme ornementation, et de la Renaissance comme construction; de nombreuses frises, des encadrements de marbres colorés, des dorures à profusion et des sculptures lui donnent un aspect des plus pittoresques.

Le motif principal est imité de la célèbre porte *della Carta*, du Palais des doges de Venise, construite en 1435 par Bartolomeo. Cette porte se répète quatre fois, c'est-à-dire dans l'axe de chacune des façades. A chaque angle de l'édifice se trouve un dôme doré et le milieu est recouvert par une grande coupole reproduisant celle de la basilique de Saint-Marc de Venise.

L'intérieur représente bien un monument religieux, avec sa grande coupole dorée et ses peintures à fresques sur un fond bleu. Une grande



FIG. 1. — Pavillon de l'Italie, rue des Nations.

galerie, au-dessus des bas-côtés, forme le premier étage et est éclairée par des vitraux blancs, tandis que la baie du milieu prend jour par des vitraux colorés.

Le rez-de-chaussée forme un immense hall où l'on a organisé différentes expositions contenant de nombreuses pièces d'orfèvrerie exposées par la ville de Rome, des mosaïques, des pièces de céramique et de verrerie, des bronzes d'art, des dentelles en point de Venise, etc.

Dans les galeries formant l'étage, où l'on accède par un escalier monumental, on a réuni de nombreux documents relatifs à l'instruction publique, à l'agriculture et au commerce, et qui nous montrent les développements des écoles commerciales, artistiques et industrielles.

**Expositions dans les différents groupes.** — Parmi les différentes expositions de l'Italie, nous citerons, dans les Groupes I à III, des instruments de chirurgie, du matériel concernant l'art théâtral, des spécimens des produits de la librairie et de nombreux instruments de musique.

GROUPES IV ET V. — Dans les Groupes IV et V, où elle a pris une part importante, l'Italie présente diverses machines intéressantes. Nous nous bornerons à citer les deux groupes électrogènes dont les machines à vapeur ont été construites par la maison Tosi, de Legnano, et dont les dynamos ont été fournies, l'une par la Société Schuckert et l'autre par la Société Bacini.

De nombreux exposants ont présenté leurs appareils ou leurs produits dans toutes les différentes classes relatives à l'électricité; citons en particulier les appareils de télégraphie sans fils de M. Marconi.

GROUPE VI. — La partie la plus importante de l'exposition italienne dans le Groupe du *Génie civil* et des *Moyens de transports*, est à l'annexe de Vincennes, où les deux grandes Compagnies de chemins de fer de la Méditerranée et de l'Adriatique ont exposé des appareils intéressants. Nous citerons notamment le matériel de traction électrique en fonctionnement sur un des réseaux de cette dernière Compagnie.

L'Italie a fait construire dans l'avenue de Suffren un pavillon où l'on a exposé des machines et autres objets qui n'ont pu trouver place dans leurs groupes respectifs IV, V et XI; on y voit des machines diverses, des appareils et accessoires pour l'électricité et quelques produits de la métallurgie.

GROUPES VII ET X. — Les produits agricoles et alimentaires italiens représentés à l'Exposition sont des plus variés. Les pâtes renommées, dites d'Italie, y sont nombreuses; quant à l'exposition des vins, elle se résume par un bar de dégustation.

GROUPE XI. — La Société des hauts fourneaux de Zerni présente une exposition assez remarquable, contenant des échantillons nombreux et variés des minerais italiens; nous citerons les fers réputés de l'île d'Elbe, des spécimens de beaux marbres parmi lesquels on remarque surtout ceux de Carrare, des échantillons de soufre fourni en grande abondance par la Sicile, etc.

AUTRES GROUPES. — L'exposition textile italienne se distingue par la finesse et la richesse de ses tissus; l'exposition des soieries, faite collectivement par des industriels de Milan, présente des étoffes remarquables.

Dans les industries chimiques, l'exposition italienne est assez importante; la fabrication du papier, industrie qui s'est très développée pendant ces dernières années, présente des produits assez variés.

Dans le *Palais des armées de terre et de mer*, le matériel exposé montre que, pour les armements maritimes et terrestres, l'Italie marche de pair avec les nations les plus avancées; sa marine occupe un rang important, et on sait que c'est elle qui a commencé à construire les plus grands navires cuirassés.

---

### PORTUGAL

**Pavillon de la rue des Nations.** — Le Pavillon du Portugal, situé en aval de celui du Danemark et derrière celui de l'Autriche, dans la rue des Nations, est une construction sans style bien défini, ressemblant à un entrepôt, et dans laquelle se trouvent exposés de nombreux engins de pêche et de chasse ainsi que différents modèles de bateaux pêcheurs. Il est décoré à sa base par des cordages entrelacés et des anneaux, et sur la frise sont peints des emblèmes allégoriques de la chasse et de la pêche.

A l'intérieur on remarque six grands panneaux représentant les six ports principaux du Portugal où la pêche constitue une industrie locale; la décoration, faite de cordes tressées, blanches et goudronnées, est due à des marins portugais et présente un aspect très pittoresque.

L'une des deux salles est consacrée à une exposition cynégétique et forestière, et contient de très beaux échantillons de chênes-lièges atteignant de colossales dimensions.

Quelques échantillons de cuivre et de plomb, des poissons conservés et divers autres produits complètent cette exposition.

**Expositions dans les différents groupes.** — Des documents nombreux, monographies, plans des différentes écoles publiques, statistiques diverses indiquent le degré d'avancement de l'instruction publique en Portugal.

Dans le groupe de la *Mécanique générale*, le Portugal est représenté par différents types de compteurs d'eau, des appareils de pesage, de mesure, du matériel et pièces diverses pour pompes à incendie, et des machines pour la fabrication des bouchons de liège, produit qui constitue une industrie spéciale dans le pays.

Dans le Groupe VI, on voit de nombreux documents ayant trait aux grands travaux exécutés dans le port de Lisbonne par MM. Hersent et fils, un grand plan en relief de ce port, les photographies des quais construits, qui ont un développement de 4 470 mètres, et des statistiques indiquant l'augmentation du trafic de ce port. Citons aussi les nombreuses cartes, photographies et plans divers, relatifs aux chemins de fer portugais, des modèles de maisons en bois, des plans des ports, notamment celui de Norta aux îles Fayal (Açores), divers échantillons de pierres et de marbres, etc.

L'exposition agricole portugaise attire l'attention des visiteurs par la multiplicité des produits exposés. On y remarque une grande vigne disposée en treille, ainsi que le système des plantations de vignes en fourches très préconisé dans le pays et donnant d'excellents résultats. La production totale en vins, d'après les statistiques, est évaluée à 5 500 000 hectolitres.

Les produits alimentaires sont représentés par une grande quantité de céréales, de plantes légumineuses et de fruits oléagineux.

Dans le groupe des *Mines* et de la *Métallurgie*, le Portugal présente de nombreux échantillons de minerais de plomb, de cuivre, de fer, des pyrites aurifères, etc. L'exploitation des carrières fournit des pierres granitiques et des marbres, parmi lesquels nous citerons les beaux marbres d'Estremoz.

Dans le Groupe des *Fils, Tissus et Vêtements*, le Portugal occupe une place importante. L'industrie cotonnière y est représentée par des spécimens comportant toutes les variétés de la fabrication ; les tissus de laine, les soieries, les dentelles de Péniche, ainsi que les passementeries de Madère, forment une exposition assez complète.

L'arsenal de guerre de Lisbonne expose une remarquable collection d'armes blanches et à feu, du matériel d'artillerie et du génie, des harnachements et du matériel de campement. L'arsenal maritime présente une collection de différents objets pour l'armement des troupes de la marine, pour le gréement et l'équipement des navires, des toiles à voiles et des câbles de différents diamètres.

**Colonies portugaises.** — Le Portugal a fait construire au Trocadéro un pavillon spécial consacré aux différentes expositions de ses colonies. Sur la façade principale de cet édifice on remarque un groupe de femmes représentant les colonies portugaises ; les autres façades sont entourées d'arceaux artistement décorés.

Dans un grand hall, autour duquel se développe une galerie, se trouvent les différentes expositions faites par ces colonies ; on y voit des plans, des cartes, des photographies diverses concernant la colonie d'Angola, les ports de Mossamédès et de Loanda.

Les produits exposés sont nombreux et variés. Nous citerons : la canne à sucre, le riz, le thé, le café, le cacao, le maïs, le tabac et principalement le caoutchouc, la noix de kola et la gomme, qui constituent le principal commerce de l'Angola, où il existe 320 kilom. de chemin de fer. C'est encore de cette colonie que proviennent les fourrures remarquables importées en Portugal, peaux de tigres, de jaguars, de lions, de léopards, ainsi que l'ivoire, très commun dans le pays.

L'île de Goa dans l'Inde, Lourenço-Marquez en Afrique, Macao en Chine, et les autres possessions portugaises ont également fourni leur contingent à cette exposition coloniale, dans laquelle elles montrent leurs différents produits.

---

## ESPAGNE

**Pavillon de la rue des Nations.** — Le Pavillon de l'Espagne (fig. 2 et 3) est une remarquable construction dans le style de la Renaissance espagnole, dont les différents motifs d'architecture ont été empruntés à divers monuments historiques : l'Université d'Alcala, l'Alcazar de Tolède, l'Université de Salamanque et le palais des comtes de Monterey. A l'un des angles, on a élevé une belle tour massive, surmontée d'une galerie, et les

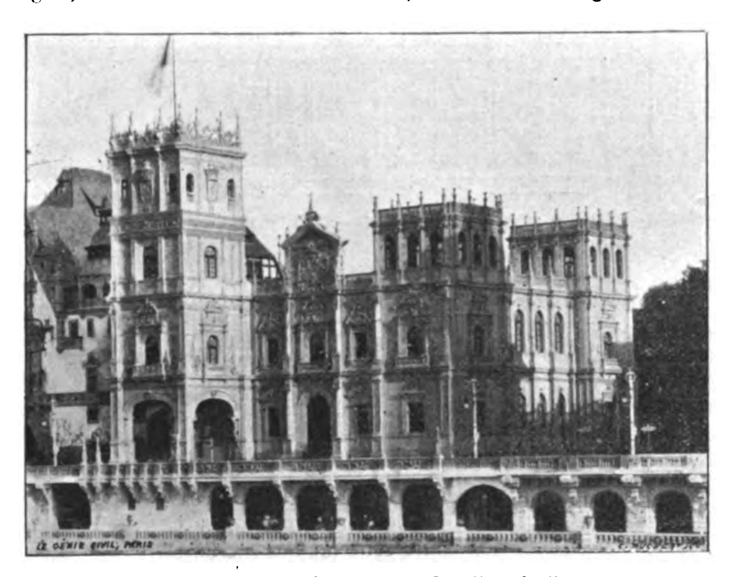


Fig. 2. — Façade sur la Seine du Pavillon de l'Espagne.

guerriers et animaux héraldiques représentés par les bas-reliefs qui encadrent les hautes fenêtres et portes, donnent à ce palais un air majestueux et grandiose, rappelant la fière Espagne de Charles-Quint.

Au rez-de-chaussée, dans deux galeries ornées de frises, style Renaissance, et d'élégantes balustrades, se trouve l'exposition rétrospective de l'art, organisée sous la haute direction de la reine régente. Les magnifiques tapisseries royales, en nombre considérable, forment une collection unique, des plus riches et des plus artistiques ; des reliquaires, des armes d'une valeur inestimable ayant appartenu à Charles-Quint, ainsi que de superbes armures, complètent cette exposition.

Dans les pièces du premier étage sont exposés d'autres tapisseries, également fort remarquables, des bronzes, des vases antiques, des terres cuites et des plats du temps des Maures, et de nombreuses curiosités artistiques provenant des musées espagnols.

**Expositions dans les différents groupes.** — L'Espagne figure dans seize groupes de la classification de l'Exposition ; elle est représentée dans les trois premiers et elle occupe quatre salons dans le Grand-Palais des Beaux-Arts où figurent de nombreux chefs-d'œuvre des maîtres espagnols, peintres et sculpteurs.

Dans le Groupe du *Matériel et Procédés généraux de la Mécanique*, on remarque une machine à vapeur compound de la maison Alfur, et

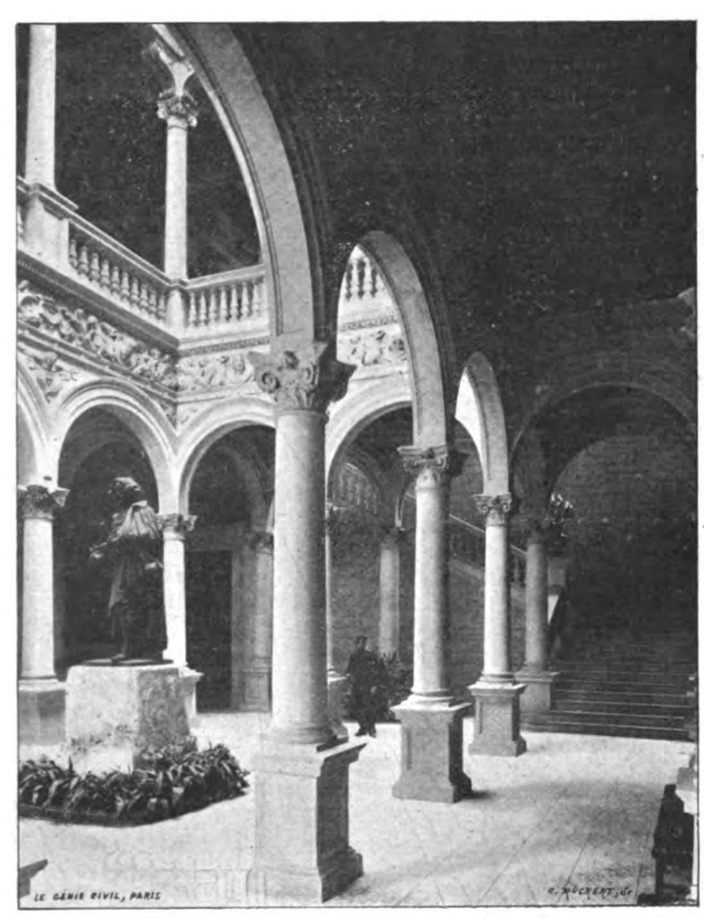


Fig. 3. — Vue intérieure du Pavillon de l'Espagne.

fils, trois autres machines à vapeur de l'usine Clement, à Valence, une machine à vapeur rotative de Zubietta (Bilbao), un modèle de grue, des manomètres, des compteurs, des balances de tous modèles, des appareils automatiques, un appareil de sauvetage insubmersible, une machine à scier, à ciseler et à raboter de la maison Francisco Clément, de Valence, etc.

L'exposition de l'Espagne concernant le *Génie Civil* et les *Moyens de transports* est constituée par des plans, documents divers et photographies indiquant quelques travaux exécutés dans ce pays ; nous citerons un grand plan de la distribution d'eau de Santander, des dessins du pont transbordeur établi entre Portugalate et las Arenas, sous lequel peuvent passer de grands navires à voiles et qui a été autrefois décrit dans le *Génie Civil* (1), des échantillons des ciments à prise rapide de la maison Zubinrienni et Cie.

La section espagnole des groupes relatifs à l'*Agriculture* et aux *Aliments* occupe un emplacement considérable. On y pénètre par une porte monumentale, reproduction de l'Arc de Grenade, dite « Porte du Vin », et qui est ornée de remarquables arabesques. On trouve exposés là tous les produits agricoles de l'Espagne, notamment ses vins et ses huiles.

Dans le Groupe des *Mines* et de la *Métallurgie*, l'Espagne montre toute la richesse minière de la Péninsule. On y remarque de nombreux échantillons de fer, soufre, cuivre, marbres, charbons, exposés par diverses grandes Compagnies.

Dans le Palais de la *Décoration* et du *Mobilier*, l'Espagne est représentée par un assez grand nombre de produits, tels que vitraux, papiers peints, poteries d'art et ustensiles divers.

Ce pays occupe également un emplacement assez important dans le Palais des *Fils, Tissus et Vêtements*, où l'on remarque en particulier l'exposition collective faite par l'Institut industriel de Tarrasa.

Enfin, dans la section espagnole des *Produits chimiques* nous signalerons les cuirs de Cordoue et les tabacs.

Poitevin de Veyrière,
*Ingénieur civil.*

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIII, n° 15, p. 229.

## VARIÉTÉS

### Nouvel appareil de chargement pour haut fourneau.

La principale objection que l'on puisse faire aux élévateurs inclinés à un seul wagonet servant au chargement des hauts fourneaux, c'est que l'on est obligé d'équilibrer le poids du wagonet vide au moyen d'un système de contrepoids, qui est ordinairement disposé de telle sorte que le chemin parcouru par le contrepoids est beaucoup plus court que celui que parcourt le wagonet. Ce résultat est obtenu à l'aide d'un système de poulies : le câble du contrepoids s'enroule sur l'une des extrémités d'un tambour de levage, puis sur des poulies sur lesquelles il fait plusieurs tours. Plus le nombre de tours que le câble fait sur les poulies est considérable, plus son usure est importante, et sa durée se trouve abrégée d'autant. L'adoption de ce système oblige en outre à construire une tour pour installer les poulies supérieures du système de contrepoids, ainsi que des supports pour les guidages nécessaires, ce qui augmente considérablement les frais d'installation.

Un autre inconvénient du même système, c'est qu'il faut faire plus d'opérations avec l'appareil de levage qu'avec un appareil de chargement à deux wagonets. Dans ce cas, l'un des wagonets monte une charge pendant que l'autre descend à vide. Il en résulte une économie de temps et une moindre usure de la machinerie.

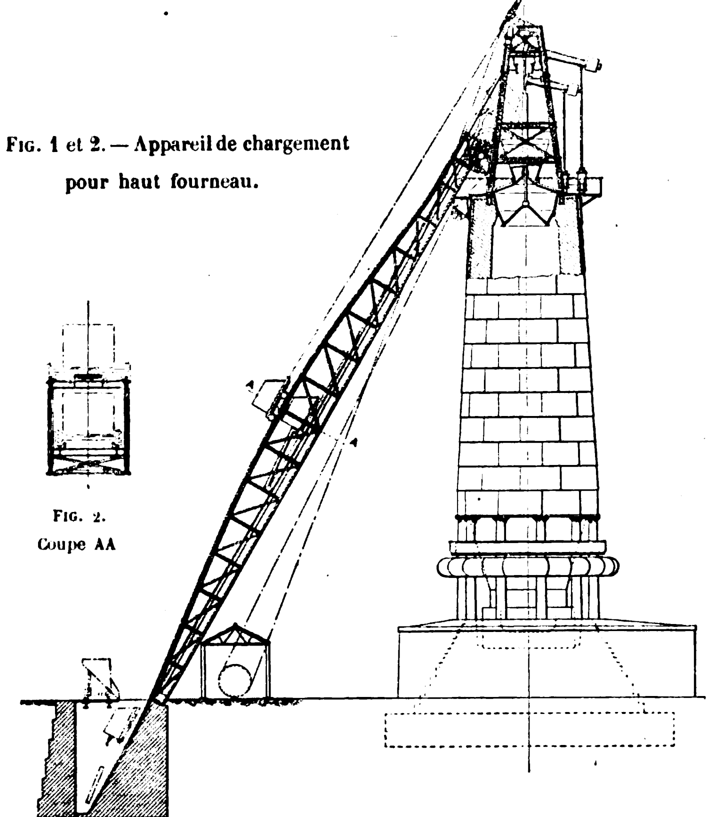


Fig. 1 et 2. — Appareil de chargement pour haut fourneau.

Fig. 2. Coupe AA

On peut, cependant, faire plusieurs objections au système à deux wagonets tel qu'il se construit habituellement.

Il est, comme on le sait, très important que la charge soit distribuée bien uniformément dans la trémie à la partie supérieure du haut fourneau. Ce résultat n'est pas obtenu avec l'élévateur ordinaire à deux wagonets, parce que ceux-ci circulent sur des voies parallèles placées côte à côte, et déchargent leur contenu de part et d'autre du centre, dans une trémie ovale ou oblongue.

Avec le type habituel d'élévateur double, il est d'ailleurs nécessaire d'avoir une charpente inclinée très large qui occupe latéralement beaucoup d'espace et exige de très larges ouvertures entre les colonnes de la superstructure à la partie supérieure du haut fourneau.

Il peut aussi être avantageux, dans certains cas, que les wagonets viennent se charger au même point. Ce résultat n'est pas obtenu avec le type précédent d'appareil de chargement à deux wagonets.

M. E. G. Rust, Ingénieur en chef de la Colorado Fuel and Iron C°, s'est efforcé, dans le nouvel appareil de chargement que représentent les figures 1 et 2 empruntées à l'*Iron Age*, de surmonter les diverses difficultés qui viennent d'être signalées.

Ce résultat a été obtenu, comme on le voit sur ces figures, en combinant un élévateur à deux wagonets, de telle sorte que ces wagonets viennent l'un et l'autre vider leur contenu au centre de la trémie de chargement du haut fourneau, qu'ils viennent rencontrer le sol à la partie inférieure exactement à la même place et qu'ils passent l'un au-dessus de l'autre au voisinage du milieu de la charpente inclinée qui supporte leurs voies. On voit d'ailleurs (fig. 2) que cette charpente n'est guère plus large qu'elle le serait dans le cas d'un élévateur à un seul wagonet.

Le wagonet inférieur circule sur une voie qui est parallèle à la membrure inférieure rectiligne de la charpente inclinée, tandis que le wagonet supérieur se déplace sur une voie plus large (fig. 2), qui est posée sur la membrure supérieure de cette charpente. La courbure de la membrure supérieure permet aux wagonets de passer l'un au-dessus de l'autre au voisinage de la partie centrale de la charpente.

Afin que le câble attaché au wagonet inférieur ne vienne pas gêner le wagonet supérieur, lorsque celui-ci s'approche de la trémie pour y décharger son contenu, le wagonet inférieur est muni à son arrière d'une sorte de chariot qui sert à le pousser jusqu'à sa position de basculage au-dessus de la trémie, bien que la poulie sur laquelle passe le câble soit placée au-dessous de la position extrême du wagonet.

Comme on le voit sur la figure 1, le point où bascule le wagonet supérieur est situé plus haut que celui où bascule le wagonet inférieur. Dans les essais préliminaires, exécutés sur un modèle, on a constaté que cette disposition constituait plutôt un avantage qu'un inconvénient au point de vue de la répartition uniforme des charges dans la trémie, car le résultat obtenu est meilleur que si le remplissage était effectué par des wagonets basculant tous au même point.

D'ailleurs en employant une suspension double pour les appareils de fermeture du haut fourneau, de manière qu'il n'y ait pas au centre de tiges de suspension, et en adoptant un dispositif convenable pour les roues du wagonet inférieur et pour son chariot, on peut obtenir que les deux wagonets déchargent leur contenu pratiquement au même niveau et juste au-dessus du centre de la trémie. Le mode d'installation représenté par la figure 1 a été adopté dans le cas actuel parce qu'il procure un mode de suspension plus simple pour le cône principal de fermeture du haut fourneau.

On a soin, dans une installation de ce genre, d'entretoiser soigneusement la voie supérieure afin d'éviter qu'elle ne s'écarte. De plus, des galets de support, installés vers le milieu de la charpente inclinée servent à soutenir le câble du wagonet supérieur. Enfin, des dispositifs convenables servent à empêcher tout déraillement.

---

### Tamis à secousses équilibré.

L'appareil que représentent les figures 1 à 3, empruntées à l'*Engineering News*, est caractérisé par ce fait que les deux tamis qu'il comporte sont disposés de telle sorte, l'un par rapport à l'autre, qu'ils s'équilibrent de façon à annihiler les chocs et les vibrations qui, dans les tamis à secousses du type habituel, ne tardent pas à mettre les appareils hors d'usage.

Ce résultat est obtenu de la façon suivante : chacun des tamis est supporté par quatre bras oscillants, articulés respectivement sur les faces supérieure et inférieure du cadre de support en bois. Le mouvement leur est transmis par des bielles actionnées par des excentriques montés sur l'arbre de commande. Les excentriques qui agissent sur chacun des tamis sont montés sur l'arbre à l'opposé les uns des autres, de telle sorte que, lorsque les uns poussent, les autres tirent, et inversement. Les efforts de toutes les parties animées d'un mouvement alternatif se trouvent ainsi équilibrés sur l'arbre, et aucun choc, ni aucune vibration ne se trouvent transmis aux fondations ou à la base sur lesquelles les tamis sont installés.

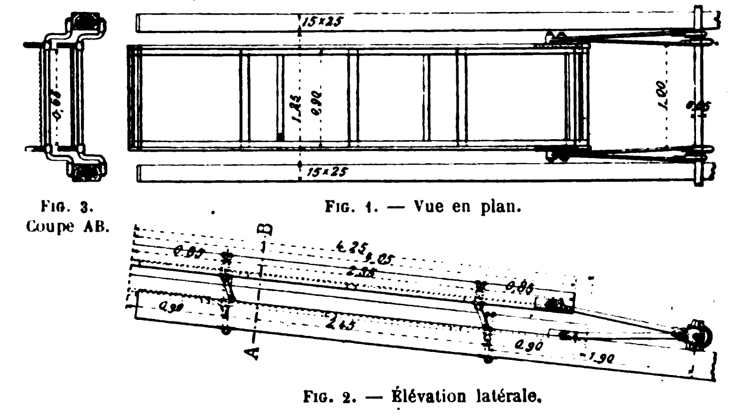



Fig. 3. Coupe AB.

Fig. 1. — Vue en plan.

Fig. 2. — Élévation latérale.

Fig. 1 à 3. — Tamis à secousses équilibré.

L'appareil, que représentent les figures 1 à 3, a un rendement de 15 à 20 tonnes par heure quand il s'agit de matières sèches, faciles à tamiser, comme le sable, les phosphates, le charbon ou le ciment. Le rendement se trouve réduit d'un tiers, lorsque les matières traitées sont humides.

La toile métallique ou la tôle perforée, qui constituent les tamis, sont montées dans des cadres en bois amovibles, ce qui permet d'effectuer facilement les opérations de nettoyage, ou de remplacer à volonté les tamis par d'autres tamisant à une grosseur différente.

L'appareil peut, d'ailleurs, être construit également avec quatre tamis équilibrés, au lieu de deux.

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

### Académie des Sciences.

*Séance du 15 octobre 1900.*

**Chimie minérale.** — *Préparation et propriétés des carbures de néodyme et de praséodyme.* Note de M. Henri Moissan.

Les oxydes de néodyme et de praséodyme chauffés en présence de charbon au four électrique fournissent des carbures cristallisés de formule $NeC^2$ et $PrC^2$.

Ces carbures décomposent l'eau à froid en produisant un mélange de carbures d'hydrogène et l'oxyde hydraté. M. Moissan a démontré précédemment que les trois carbures alcalino-terreux préparés au four électrique ne fournissent, par leur décomposition par l'eau, que de l'acétylène pur; d'autre part, le carbure d'aluminium ne donne, dans les mêmes conditions, que du méthane. On sait aussi que le néodyme et le praséodyme appartiennent au groupe du cérium, groupe placé, d'après l'ensemble de ses propriétés, entre les métaux acalino-terreux et l'aluminium. Il est assez curieux de remarquer que les carbures de néodyme et de praséodyme fournissent au contact de l'eau un mélange complexe d'hydrocarbures, riche surtout en acétylène et en méthane. De plus, la quantité d'acétylène donnée par ces différents carbures va en diminuant du cérium au néodyme, et le néodyme et le praséodyme, métaux assez voisins pour avoir été longtemps confondus sous le nom de *didyme*, fournissent avec l'eau un mélange de carbures de composition très voisine.

Enfin les carbures de cérium, de lanthane, de néodyme et de praséodyme répondent tous à la formule $RC^2$.

**Chimie organique.** — *Sur l'acide isopyrotritarique, un nouveau produit pyrogéné de l'acide tartrique.* Note de M. L.-J. Simon, présentée par M. H. Moissan.

Dans une Note antérieure (1), M. L.-J. Simon a indiqué la production accessoire, dans la calcination de l'acide tartrique, d'un acide isomère de l'acide pyrotritarique $C^7H^8O^3$ de Wislicenus et Stadnicki, mais distinct de celui-ci. Il le désigne provisoirement sous le nom d'*acide isopyrotritarique*.

Cet acide possède une propriété tout à fait caractéristique que ne possède aucun des autres composés qui se forment dans la même réaction. En solution dans l'eau ou dans un solvant organique, il fournit avec les sels ferriques, en particulier avec le chlorure, une coloration violette extrêmement intense rappelant par sa teinte celle du permanganate de potassium.

Cette réaction colorée a tous les caractères qui appartiennent à celle que produit, dans les mêmes circonstances, l'acide salicylique. Elle pourrait donc faire confondre l'acide isopyrotritarique avec l'acide salicylique; mais, tandis que le premier ne modifie pas la teinte de son sel ferrique, l'acide salicylique produit le virage violet.

A un autre point de vue, l'acide isopyrotritarique pourrait être utilisé comme *réactif des sels ferriques*; cette réaction permet d'en déceler $^1/_{100\,000}$ pourvu qu'ils soient en solution sensiblement neutre.

Le sel de potassium de l'acide isopyrotritarique présente la même réaction, mais elle disparaît dans le produit d'addition bromé, ainsi que dans celui qui résulte de l'oxydation par le permanganate.

D'après les faits signalés dans ses deux Notes, l'auteur est porté à considérer ce nouveau produit pyrogéné de l'acide tartrique comme un acide dihydrooxybenzoïque $C^6H^4H^2(OH)CO^2H$.

**Électricité industrielle.** — *Sur l'élimination des harmoniques des courants alternatifs industriels par l'emploi des condensateurs et sur l'intérêt de cette élimination au point de vue de la sécurité pour la vie humaine.* Note de M. Georges Claude, présentée par M. Potier.

M. Pérot a présenté récemment (2) à l'Académie une Note relative à l'emploi de moteurs synchrones à faible self-induction, dans le but important d'abaisser la tension des harmoniques aux bornes des alternateurs et de rapprocher les courbes pratiques de ces machines de la sinusoïde théorique.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 25, p. 458. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 16, p. 298. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

M. G. Claude expose une méthode analogue, reposant sur l'emploi des condensateurs, à l'aide de laquelle il se propose d'arriver au même résultat.

L'un des éléments d'intérêt de la régularisation des courbes des alternateurs résiderait dans la possibilité de diminuer notablement le danger des installations à courant alternatif pour la vie humaine.

L'auteur a déjà (1) fait remarquer, en effet, qu'une cause fréquente des accidents mortels dus aux courants alternatifs consiste dans le contact du corps des victimes avec *un seul* des pôles de l'installation, le circuit se trouvant fermé par la terre et la capacité du ou des câbles opposés par rapport à la terre. D'où la possibilité, qu'il avait signalée, de supprimer cette cause d'accident en neutralisant cette capacité par rapport à la terre à l'aide de self-inductions convenables. Malheureusement, une telle neutralisation n'est parfaite qu'au cas où le courant est rigoureusement sinusoïdal, et comme il n'en est pas ainsi dans la pratique, il n'avait pu arriver par ce procédé qu'à une amélioration déjà intéressante, mais encore insuffisante, soit à la multiplication par 5 ou 6 de l'isolement apparent en marche dans le cas d'alternateurs Ferranti.

Or, on conçoit que l'efficacité du système serait considérablement augmentée s'il était complété par l'épuration préalable de la différence de potentiel aux bornes.

A l'aide de moyens peu coûteux, il serait possible de relever suffisamment les valeurs de l'isolement en marche pour diminuer beaucoup la proportion des accidents mortels entraînés par des installations dont le nombre s'accroît si rapidement.

**Électro-chimie.** — *Sur les reactions accessoires de l'électrolyse.* Note de M. A. Brochet, présentée par M. H. Moissan.

Lorsque, après l'électrolyse d'une solution concentrée d'hypochlorite de sodium, on dose la quantité de ce sel restant en solution, on remarque que la quantité disparue ne correspond nullement à celle calculée en tenant compte, d'une part, de la réduction cathodique qui transforme l'hypochlorite en chlorure et, d'autre part, de l'oxydation anodique qui le transforme en chlorate. Il est disparu beaucoup plus d'hypochlorite que ne permet de le prévoir la théorie. L'inverse a lieu pour le chlorate, qui est obtenu en plus grande abondance qu'on ne pouvait le présumer.

Il y a donc là un fait paraissant, *a priori*, en désaccord avec la loi de Faraday, mais qui résulte simplement d'une action indépendante de l'action électrolytique, bien qu'étant provoquée par elle. Ce fait est constant dans toutes les électrolyses d'hypochlorite. M. A. Brochet propose de donner aux réactions de ce genre le nom de *réactions accessoires de l'électrolyse.*

Il fait ressortir l'importance de ces réactions, puis il étudie leur théorie dans le cas des hypochlorites, et enfin il montre leurs conséquences.

**Mécanique chimique.** — *Sur les mélanges explosifs formés par l'air et par les vapeurs des hydrocarbures des principales séries organiques.* Note de M. J. Meunier, présentée par M. Maurice Lévy.

L'inflammation déterminée en une partie d'un mélange d'air et de vapeur d'hydrocarbures ne peut se propager dans la masse entière que si ce mélange a été fait en de certaines proportions. Par suite, l'explosion du mélange ne peut avoir lieu qu'entre deux proportions limites de vapeur d'hydrocarbures, dites *limite supérieure* et *limite inférieure d'explosivité.*

L'énergie explosive du mélange s'annulant à ces deux limites, il est clair qu'elle varie dans leur intervalle en passant par un maximum qui doit avoir lieu sans doute pour la proportion suivant laquelle la combinaison du combustible et de l'oxygène de l'air comburant se fait exactement, sans excès ni de l'un ni de l'autre.

Le calcul de cette proportion, variable avec chaque hydrocarbure, est la base théorique du travail de M. J. Meunier, qui l'a effectué en se servant des formules générales des hydrocarbures des principales séries organiques. Il a été ainsi conduit à des résultats assez simples, même pour le cas où l'on envisage l'essence de pétrole usuelle, qui contient toujours un assez grand nombre d'hydrocarbures appartenant ordinairement à la même série organique.

G. H.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIV, n° 8, p. 128. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

## BIBLIOGRAPHIE

### Revue des principales publications techniques.

#### CHEMINS DE FER

**Limitation de la vitesse des trains de chemins de fer par suite des courbes.** — On sait qu'en Allemagne l'exploitation des chemins de fer, soumis à la surveillance directe de l'État, est astreinte à l'observation de règlements nombreux et minutieux. Parmi ces prescriptions, mentionnons les conditions qui régissent la vitesse maximum des trains dans les passages en courbe : par exemple, si le rayon de courbure est de 200, 500, 900 mètres, la vitesse des trains ne devra pas dépasser respectivement 50, 70, 90 kilom. à l'heure. L'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* fait, dans son dernier numéro (fascicule 7-8), de cette dernière réglementation, une analyse critique basée sur une étude mathématique de la question.

La limitation de la vitesse en courbe est motivée par la sécurité, car la force centrifuge fait sentir, d'une façon souvent violente, son action sur les wagons, malgré les dévers dont les voies sont généralement dotées. Toutefois, le rayon de la courbe n'est pas le seul élément qu'il soit opportun de considérer; il conviendrait aussi de faire entrer en ligne de compte l'empattement des véhicules et leur masse, ainsi que le surécartement de la voie, n'étaient les difficultés d'introduire dans le problème des facteurs si divers et si variables. L'auteur de la présente étude a calculé que, pour permettre d'atteindre des vitesses de 150 ou 200 kilom. à l'heure, le rayon des courbes ne devrait pas être inférieur à 2 250 ou 4 000 mètres. En outre, afin d'éviter l'influence si désagréable pour les voyageurs d'une pression ou de chocs latéraux des roues sur le rail extérieur, résultant de dénivellations de la voie ayant apporté des modifications au dévers, il faudrait que cette voie fût assise sur une infrastructure en maçonnerie, comme on l'a fait pour certains chemins de fer de montagne.

L'augmentation de la vitesse exige d'autre part un accroissement correspondant du dévers dans les courbes, ce qui n'a pas d'inconvénient lorsque les voies sont uniquement parcourues par des trains express, et encore faudrait-il établir, dans les parties susdites de la voie, de longues courbes de raccordement, pour faire perdre aux secousses latérales, lors de l'entrée et de la sortie en courbe, leur caractère d'instantanéité. Des longueurs de 30 à 40 mètres, ordinairement employées en Allemagne, paraissent insuffisantes. Toutefois, il y a lieu de considérer que, dans certains cas, l'inclinaison transversale de la voie atteindrait des proportions telles qu'un train obligé de stationner intempestivement dans ces sections de la ligne, pourrait y être renversé, de sorte qu'on se voit dans la nécessité de ne pas exagérer la valeur du dévers et, comme conséquence, d'assigner à la vitesse une limite qui, sur les voies allemandes, ne paraît pas devoir excéder de 20 % les vitesses maxima actuelles, avec les voies existantes, pour le tracé desquelles il n'est pas possible d'employer exclusivement de grands rayons de courbure, analogues à ceux précités, notamment dans les régions de collines et de montagnes.

#### MINES

**Production du coke dans la région de Connelsville (États-Unis).** — La région de Connelsville, aux États-Unis, est un des pays du monde où la fabrication du coke est la plus active. M. F. C. Keighley, dans l'*Engineering Magazine* du mois d'octobre, en donne une étude détaillée.

La région d'où s'extraient les charbons à coke part d'un point situé près de Latrobe, sur le Pennsylvania Railroad, et s'étend, dans la direction du sud-ouest, à travers les comtés de Westmoreland et Fayette, sur une distance de 67 kilom., presque jusqu'à la limite de la Virginie, avec une largeur moyenne de 5k,6; elle représente donc une superficie de 380 kilom. carrés et contenait originairement 35 200 hectares de mines de charbon exploitables, dont il restait encore, de l'avis de l'auteur, au 1er janvier dernier, 24 800 hectares à exploiter. Au taux actuel de production, cette quantité de charbon pourrait durer cinquante ans; mais si la production devait continuer à s'accroître comme elle le fait depuis dix ans, les mines seraient épuisées en vingt-cinq ans.

Au 1er mai 1900, il y avait en fonctionnement,

dans cette région, 89 installations, comprenant 20263 fours à coke, tous en forme de ruches, sauf 50 fours Semet-Solvay, permettant de recueillir les sous-produits. De ces 20263 fours, 19751 étaient en pleine activité et produisaient, par semaine, 225000 tonnes de coke, ce qui correspond à 13 millions de tonnes par an. L'an dernier, la production n'a été que de 10129764 tonnes.

Les fours actuellement en construction dans la région de Connelsville ne tarderont pas à y porter le nombre des fours à coke à 23000, auxquels il convient d'ajouter encore ceux situés, vers le sud-ouest, sur les limites de cette région. Lorsque ces derniers fours seront tous terminés, ils seront au nombre de 4000, et il y aura alors, dans les comtés de Westmoreland et Fayette, un total de 27000 fours à coke.

Les prix payés pour le coke, pendant l'année qui s'est terminée au mois de mai dernier, ont été des plus satisfaisants, et ont permis aux chefs d'usines d'augmenter d'eux-mêmes deux fois les appointements de leur personnel pendant cette période; les chiffres actuels sont les plus hauts qui aient jamais été atteints.

Le développement de l'industrie du coke dans la région de Connelsville est donc absolument extraordinaire, et M. Keighley fait ressortir les différentes étapes par lesquelles a passé cette industrie, dont les premières statistiques, remontant à 1880, indiquent 7211 fours seulement pour une production de 2205946 tonnes.

### RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

**De la stabilité des voûtes circulaires.** — M. G. Leman, lieutenant-colonel du génie belge, publie, dans le *Recueil des travaux techniques des officiers du génie de l'armée belge* (tome II), une intéressante note sur la stabilité des voûtes circulaires.

Après quelques considérations sur la théorie des voûtes et spécialement sur celle de l'arc encastré qu'il adopte sans toutefois la considérer comme une méthode indiscutable, l'auteur expose l'objet de son travail : il a voulu rendre plus rapide, et par conséquent plus pratique, le calcul des voûtes circulaires, dont il s'occupe exclusivement.

M. Leman établit ensuite les équations fondamentales exprimant l'équilibre élastique d'une voûte quelconque de cette classe, et il en déduit des épaisseurs variant de la clef aux naissances d'après une loi spéciale, mais qui peut se plier à toutes les nécessités; partant de là, il a construit des tables numériques qui facilitent l'application de ses formules.

### TÉLÉGRAPHIE

**Les câbles télégraphiques entre les divers pays d'Europe et leurs colonies.** — Le *Stahl und Eisen*, du 15 septembre, publie une étude sur les câbles télégraphiques reliant les divers pays d'Europe au nouveau continent et à leurs colonies et envisage spécialement leur nécessité en cas de guerre.

Après un historique complet de la question, l'auteur énumère les divers câbles existants et montre l'avantage que l'Angleterre retire de ce fait qu'elle est seule à posséder un réseau télégraphique complet et autonome. Parmi les câbles anglais, cinq câbles relient directement les côtes anglaises à celles des États-Unis, se ramifiant aux câbles également anglais jetés à travers les Antilles et sur les côtes du Brésil jusqu'à Buenos-Aires. Un câble anglais relie les côtes de France à l'Amérique; trois autres issus du sud de l'Angleterre sillonnent la Méditerranée, les côtes de l'Océan Indien, aboutissant aux Indes, à Bombay, et repartant ensuite de Madras, au nombre de deux, pour aboutir d'une part à Shanghaï, d'autre part en Australie.

D'autres câbles anglais, dont les nœuds sont respectivement à Lisbonne et à Aden, entourent presque complètement l'Afrique et se relient, à Pernambuco, aux câbles établis sur la côte du Brésil. Au réseau complet, les Américains n'ont à opposer que cinq câbles jetés entre leurs côtes et l'Angleterre et celui de la côte occidentale de l'Amérique; la France ne possède que deux câbles transatlantiques dont l'un, aboutissant à New-York, dessert toutes les Antilles et aboutit au Brésil; d'autres câbles moins importants rayonnent autour de Marseille ou relient les colonies françaises aux câbles anglais les plus voisins.

Il n'existe pas jusqu'à ce jour de câbles à travers l'Océan Pacifique; deux projets ont été cependant adoptés, l'un américain reliant San Francisco à Manille, par Honolulu; l'autre, anglais, allant de Vancouver à Auckland et en Australie, en passant par Samoa et les îles Fidji. Ces deux câbles seront reliés l'un à l'autre par un câble allant de Honolulu aux îles Fanning.

L'auteur décrit les points caractéristiques de ces projets, dont les tracés ont chacun, à vol d'oiseau, une longueur de plus de 14000 kilom., et fait ressortir les difficultés de leur exécution, eu égard principalement aux grandes profondeurs de l'Océan et aux poids considérables de cuivre et de gutta-percha qui seront employés à la confection des câbles.

L'auteur termine par de longues considérations sur la nécessité, pour toute nation européenne, d'avoir un réseau télégraphique complet qui lui appartienne. Il montre également qu'il serait désirable de neutraliser en cas de guerre les réseaux télégraphiques existants.

### TRAVAUX PUBLICS

**Les ponts en béton dans le Wurtemberg.** — Sur la ligne secondaire de chemins de fer de Nürtingen à Neuffen (Wurtemberg), tous les ponts en arc sont construits en béton, qui est, dans cette région, le plus économique de tous les matériaux.

L'ouvrage le plus important, dont M. L. Hammer fait la description dans la *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines* du 12 octobre, est un pont de chemin de fer, de 19m60 de portée; c'est un pont biais mesurant 9m70 de longueur dans le sens de son axe, qui fait, avec l'axe du chemin de fer, un angle de 60°. La flèche de la voûte est de 3m51, et celle-ci supporte une couche de remblai et de ballast de 1m85 d'épaisseur. Elle a, au-dessous des rails, sur une largeur de 4 mètres, une épaisseur à la clef de 0m60 qui s'accroît jusqu'à 1m08 aux retombées; latéralement, elle a 0m10 d'épaisseur en moins. Les reins de la voûte ont été recouverts d'une couche de béton de qualité inférieure, sur une épaisseur de 0m40. Les culées, situées dans le prolongement de la voûte, descendent en s'élargissant, sur une longueur d'environ 5 mètres, jusqu'à une couche d'ardoise présentant une résistance uniforme.

La voûte et ses culées ont été construites avec un béton formé d'une partie, en volume, de ciment portland et de sept parties de gravier; le béton de qualité inférieure, indiqué précédemment, comprenait une partie de ciment et douze parties de gravier, en volume. La voûte a été recouverte de plaques de feutre asphalté.

Conformément à l'expérience acquise dans la construction d'autres ponts en béton, où l'on avait reconnu qu'il fallait un délai de deux mois pour que la prise d'une couche de béton d'un mètre d'épaisseur fût complètement effectuée, on laissa les cintres en place pendant ce laps de temps. On se contenta, au bout de quatre semaines, de desserrer légèrement les cales et, au décintrage et après cette opération, on n'eut à constater ni fissures, ni flexions.

Aux essais, sous une charge unilatérale représentée par une locomotive de 29 tonnes placée sur le joint de rupture, on constata une flexion maximum de 0mm5 dans l'axe de la voie et de 0mm4 près des têtes, flexions qui disparurent, à 0mm1 près, après l'enlèvement de la surcharge.

On a eu lieu, après l'achèvement de ce pont, de constater la grande perméabilité du béton, qui laisse passer les eaux d'infiltration en tous les points où il n'a pas été recouvert de la couche imperméable. Il conviendrait donc, dans un cas analogue, de protéger toutes les parties du béton contre les infiltrations.

### DIVERS

**Usines pour la fabrication du ciment portland à Cementon (États-Unis).** — L'*Engineering Record*, du 15 septembre, donne une description détaillée d'importantes usines pour la fabrication du ciment portland que l'on vient d'installer à Cementon, à environ 16 kilomètres à l'ouest d'Allentown (États-Unis).

Ces usines comprendront vingt fours rotatifs; dix fonctionnent déjà depuis quelque temps, et les autres ne tarderont pas à être mis en marche. Elles sont remarquables, non seulement par leurs dimensions, mais surtout par ce fait que l'électricité est employée pour actionner la plus grande partie des appareils. On s'est d'ailleurs efforcé de réaliser une fabrication du ciment aussi économique que possible.

Le courant électrique est produit dans une salle des machines installée entre les deux bâtiments qui contiennent les fours rotatifs ; mais il y a, en outre, dans un autre bâtiment, une machine Green, de 900 chevaux, à cylindre unique, sans condensation, qui actionne deux génératrices auxiliaires de 350 kilowatts, à 500 tours par minute. Dans la salle principale se trouvent deux machines Corliss cross-compound, de 700 chevaux chacune, marchant avec ou sans condensation, qui actionnent quatre génératrices de 250 kilowatts à 540 tours par minute, donnant du courant continu à 250 volts. Ce courant alimente treize électromoteurs répartis dans l'usine dont sept de 250 chevaux.

L'éclairage est assuré par 1200 lampes à incandescence et 30 lampes à arc; l'électricité qui les alimente est produite dans un bâtiment spécial contenant trois dynamos Sprague, de 30 kilowatts chacune, donnant du courant à 120 volts.

L'auteur décrit en détail les opérations successives de la fabrication du ciment.

## Ouvrages récemment parus.

**La traction mécanique et les voitures automobiles**, par G. Leroux, Ingénieur chef du service de la traction mécanique à la Compagnie générale des Omnibus, répétiteur à l'École Centrale, et A. Revel, Ingénieur à la même Compagnie. — Un volume in-18 de 394 pages, avec 108 figures. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs; Paris, 1900. — Prix : cartonné, 5 francs.

MM. G. Leroux et A. Revel étaient tout particulièrement compétents, par suite de leur situation même à la Compagnie générale des Omnibus, pour écrire cet ouvrage sur la traction mécanique et les voitures automobiles.

Ils commencent par appeler l'attention sur le développement et les avantages des tramways mécaniques, puis ils indiquent les conditions générales d'installation d'une ligne de tramways de ce genre.

Les voitures automotrices présentant des dispositions indépendantes de la nature même de l'agent moteur, les auteurs ont consacré un chapitre spécial à l'examen des organes qui sont communs à tous les systèmes.

Ils passent ensuite en revue les tramways à vapeur, à air comprimé et à gaz, les tramways électriques et les tramways funiculaires. Ils décrivent les principaux modes de traction par la vapeur, puis ils examinent successivement les divers systèmes de traction électrique : fil aérien, caniveau, contacts superficiels et accumulateurs. Pour l'air comprimé et pour l'électricité, ils étudient la production et le transport de l'énergie sous chacune de ces deux formes.

Les trois derniers chapitres sont consacrés aux voitures automobiles. Après avoir exposé les divers systèmes employés : voitures à vapeur, voitures à essence de pétrole et voitures électriques, les auteurs décrivent les principaux types d'automobiles des divers systèmes.

Pour terminer, ils rappellent les résultats des derniers concours de fiacres et de poids lourds.

Enfin, ils reproduisent en appendice quelques documents : les parties de l'ordonnance de police du 31 août 1897 relatives aux tramways mécaniques, puis le décret du 10 mars 1899 et la circulaire ministérielle du 10 avril suivant, qui fixent les conditions d'emploi des voitures automobiles, et enfin un rapport de M. Léon Colin qui renferme d'utiles conseils concernant la vitesse des automobiles.

---

**Les moteurs modernes à eau, à gaz, à pétrole ou électriques**, par Félicien Michotte, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume in-18 de 320 pages, avec 76 figures. — J. Hetzel, éditeur; Paris. — Prix : 4 francs.

Ce volume fait partie de la *Bibliothèque des Professions industrielles* éditée par la maison Hetzel. L'auteur y expose la question des moteurs, débarrassée de toute la partie théorique, en s'attachant surtout à donner des conseils et des renseignements pratiques.

L'ouvrage se termine par quelques indications générales sur le prix de revient des machines, leur installation et leur entretien. Un dernier chapitre est consacré à la législation concernant les moteurs.

*Le Gérant* : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.



# TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

## TOME XXXVII — DEUXIÈME SEMESTRE 1900

NOTA. — *Les titres d'articles en plus petits caractères se rapportent à des Informations ou à des Variétés de moindre importance ; ceux marqués d'un astérisque (*), à la Revue des principales publications techniques.*

### AGRICULTURE


Pages

Agriculture (l') à l'Exposition de 1900. G. COUPAN (nos 18, 19, 22, 23 et 24). 324, 342, 393, 409, 430

*Nitrate (de l'emploi du) de soude à la fumure de la vigne (n° 4). . . . . . . . . . . . . . . . . . 67

*Pressoirs (emploi des) continus dans la viticulture (n° 1). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 14

*Velvril (le) succédané du caoutchouc (n° 3). . . . 47


### BIBLIOGRAPHIE

#### Ouvrages récemment parus :


*Acier (l') à outils*, par Otto Thallner, traduit par Ch. Rosambert (n° 6). . . . . . . . . . . 108

*Analyse électro-chimique*, par Edgar F. Smith, traduit par Joseph Bosset (n° 12) . . . . . 224

*Bases statistiques de l'assurance contre les accidents d'après les résultats de l'assurance obligatoire en Allemagne et en Autriche (Publications de l'Office du Travail)* (n° 3). . . . . . 48

*Bateaux (les) sous-marins*. Historique, par F. Forest et H. Noalhat (n° 10) . . . . . . . 180

*Berechnung (die) der Zentrifugal regulatoren*, par J. Bartl (n° 20) . . . . . . . . . . . . 368

*Brückenbauten (Neue) in Oesterreich und Ungarn*, par Max Förster (n° 3) . . . . . . . 48

*Charbons (les) britanniques et leur épuisement*, par Ed. Lozé (n° 6) . . . . . . . . . . . 108

*Château (le) de Pierrefonds*, par A. Robert (n° 24). . . . . . . . . . . . . . . . . . . 440

*Cubature des terrasses et mouvement des terrains*, par Bertrand Saint-Paul (n° 11). . . 196

*Économie (l') sociale et les institutions de prévoyance dans le département de la Marne et à Reims*, par le Comité départemental de la Marne (n° 23). . . . . . . . . . . . . . . 420

*Éléments du calcul et de la mesure des courants alternatifs*, par Omer de Bast (n° 23) . . . . . 420

*Encyclopédie populaire illustrée du XXe siècle*, publiée sous la direction de MM. Buisson, Denis, Larroumet et Stanislas Meunier (n° 17) 316

*Enroulements (des) et de la construction des induits des machines dynamo-électriques à courant continu*, par E. Arnold, traduit par Boy de la Tour (n° 13). . . . . . . . . . . . . . 244

*Études sociales et industrielles sur la Belgique*, par Ed. Deiss (n° 7). . . . . . . . . . . . . 124

*Garance (la) et l'indigo*, par George F. Jaubert *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)* (n° 14). . . . . . . . . . . . . . . . . . 264

*Gazogènes (les) continus et discontinus et la manière de s'en servir*, par G. Velleman (n° 24). 440

*Gedenkboek uitgegeven ter Gelegenheid van het vijftigjarig Bestaan van het koninklijk Instituut van Ingenieurs. 1847-1897.* — Mémorial publié à l'occasion du Cinquantenaire de l'Institut royal des Ingénieurs néerlandais. 1847-1897 *(Traduction française du texte)* (n° 5). . 88

*Guide à travers la section russe*, édité par les soins du Commissariat général de Russie (n° 5) 88

*Guide-Chaix à l'Exposition de 1900* (n° 1) . . . 16

*Indicateur général de l'Exposition Universelle de 1900* (n° 13). . . . . . . . . . . . . . . 244

*Industrie (l') chimique en Allemagne*, par Aug. Trillat (n° 25) . . . . . . . . . . . . . . . 460

*Leçons d'électrotechnique générale*, par P. Janet (n° 14). . . . . . . . . . . . . . . . . . 264

*Lois (les) d'assurance ouvrière à l'étranger*, par Maurice Bellom (n° 22) . . . . . . . . . . 404

*Manuel universel de comptabilité agricole pratique et rationnelle*, par E. Léautey et A. Guilbault (n° 1). . . . . . . . . . . . . . . . 16

*Manuel théorique et pratique de l'automobile sur route*, par Gérard Lavergne (n° 2) . . . . . 32

*Mesures électriques.* Essais de laboratoires, par E. Vigneron et P. Letheule *(Encyclopédie des Aide-Mémoire)* (n° 2) . . . . . . . . . . . 32

*Mineral (the) Industry*, tome VIII. *(The Scientific Publishing Co)* (n° 18) . . . . . . . . . . 336

*Moteurs (les) à explosion*, par George Moreau (n° 7) 124

*Moteurs modernes (les) à eau, à gaz, à pétrole ou électriques*, par Félicien Michotte (n° 26) . 476

*Parfums (les) comestibles*, par Georges F. Jaubert *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)* (n° 11). . . . . . . . . . . . . . . 196

*Plaques (les) de blindage*, par M. L. Baclé (n° 3) 40

*Produits aromatiques artificiels et naturels*, par George F. Jaubert *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)* (n° 6). . . . . . . . . . 108

*Pumpenventil (das)*, par Otto H. Mueller (n° 18) 336

*Recherche des eaux potables et industrielles*, par Henri Boursault *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)* (n° 8) . . . . . . . . . . . 140

*Recherches sur les propriétés magnétiques de différents minerais de fer et plus spécialement du fer magnétique, de la pyrrhothine et des hématites*, par le docteur A. Abt, traduit par Ch. Rosambert (n° 21). . . . . . . . . . . 384

*Réglementation (la) des chemins de fer d'intérêt local, des tramways et des automobiles*, par A. Doniol *(Encyclopédie des Travaux publics)* (n° 20). . . . . . . . . . . . . . . . . . 368

*Science (la) à travers le siècle*, par Jacques Boyer (n° 17). . . . . . . . . . . . . . . . . . 316

*Steuerungen (die) der Dampfmaschinen*, par Carl Leist (n° 25) . . . . . . . . . . . . . . 460

*Topographie*, par E. Prévot *(Bibliothèque du conducteur de Travaux publics)* (n° 21). . . . . 384

*Traction mécanique (la) et les voitures automobiles*, par G. Leroux et A. Revel (n° 26). . . 476

*Traction mécanique sur rails et sur routes pour les transports en commun*, par L. Périssé et R. Godfernaux *(Extraits des Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils)* (n° 12) . . . . 224

*Traité élémentaire d'électricité*, par R. Colson (n° 8) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 140

*Traité théorique et pratique d'électro-chimie*, par Adolphe Minet (n° 22). . . . . . . . . . . 404

*Travaux (les) de l'Exposition de 1900*, par A. Da Cunha, préface de Henri de Parville (n° 10). 180

*Usine de Chèvres.* Notice historique et descriptive des travaux exécutés par la ville de Genève de 1893 à 1899, sous la direction de M. Th. Turrettini (n° 19) . . . . . . . . . 352


### CHEMINS DE FER


Barrière de passage à niveau à commande tubulaire (n° 23) . . . . . . . . . . . . . . . . . 416

Chemin de fer (le) électrique de Pékin-Machia-pu et la station de force de Pékin (n° 25). . 454

Chemins de fer russes (les) en Perse (n° 25). . 450

Funiculaire (le) de Montmartre, à Paris. J. LAVERCHÈRE (n° 15) . . . . . . . . . . . . . 271

Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars, à Paris. Description générale de la ligne. Traversée de la Seine et de ses abords en viaduc. *(Planche V.)* A. DUMAS (n° 5) . . . . . . . . . . . 69

Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars, à Paris. Travaux de la partie comprise entre Courcelles et Passy. *(Planches XIV et XV.)* A. DUMAS (n° 10) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 161

Locomotive compound express, avec mécanisme auxiliaire, de la Société Krauss et Cie, de Munich. *(Planche XXIV.)* F. BARBIER (n° 15). . 265

Locomotive de 60 tonnes, à engrenages (n° 15). 277

Locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer du Nord français. *(Planche XXVII.)* F. BARBIER (n° 17) . . . . . . . . 301

Locomotive compound à deux cylindres et à 4/5 essieux accouplés, construite par la Compagnie de Fives-Lille. F. BARBIER (n° 20) . . 361

Locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer de l'État hongrois. *(Planche XXXIII.)* F. BARBIER (n° 23). . . . . . . . 405

Locomotives-tenders à deux essieux accouplés de la Société Krauss et Cie, de Munich *(Planche XXXVI.)* F. BARBIER (n° 26) . . . . . . 469

Locomotive (relevage d'une) tombée dans un canal (n° 23). . . . . . . . . . . . . . . . 416

Métropolitain (le) de Paris. Description générale du réseau projeté. Description détaillée de la partie exécutée *(Planches XVII, XVIII, XIX, XX et XXI.)* A. DUMAS (n° 12) . . . . . . . 197

Traverse (nouveau type de) métallique (n° 19). 349

Tunnel (le) du Simplon. A. DUMAS (n° 26) . . 461

*Agents (l'instruction professionnelle des) de chemins de fer en Russie (n° 19). . . . . . . . . . . . . 350

*Air (applications de l') comprimé, dans la gare de Bishopgate, à Londres (n° 13) . . . . . . . . . 242

*Ateliers (nouveaux) de réparation des locomotives du Philadelphia and Reading R. R. (États-Unis) (n° 13). 242

*Charge (de l'accroissement de la) par essieu, dans le matériel roulant des chemins de fer (n° 8). . . . . 139

*Chauffage des voitures de chemins de fer économiques (n° 2) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 30

Chemins (les) de fer en Chine (n° 8) . . . . . . . 140

*Chemins (les affluents des) de fer (n° 13). . . . . . 242

*Chemins (le développement des) de fer russes (n° 20) 366

*Chemins (le développement des) de fer dans les divers pays (n° 22). . . . . . . . . . . . . . . . . . 402

*Compagnies (les) de l'Est et de Paris-Lyon-Méditerranée à l'Exposition de 1900 (n° 25). . . . . . . . 458

*Coussinets (de l'échauffement des) des boites à graisse (n° 2). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 30

*Éclairage électrique d'un train par accumulateurs, aux États-Unis (n° 15) . . . . . . . . . . . . . 278

*Frais (des) d'exploitation d'une ligne de chemin de fer (n° 22). . . . . . . . . . . . . . . . . . . 402

*Freins (de la construction des) à manivelle des wagons à marchandises (n° 2). . . . . . . . . . . . 30

*Frein (les appareils de) et d'attelage des voitures et wagons aux États-Unis (n° 18) . . . . . . . . . 334

*Gare (la) terminus de Boston (États-Unis) (n° 23) . . 419

*Installations (les) des voies ferrées du port de Venise (n° 25) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 459

*Ligne (nouvelle), avec deux viaducs métalliques, du Chicago and Eastern Illinois Railway (n° 6) . . . . 106

*Lignes (création de nouvelles) sur le réseau des chemins de fer autrichiens (n° 11). . . . . . . . . . 195

*Limitation de la vitesse des trains de chemins de fer par suite des courbes (n° 26). . . . . . . . . . . 475

*Locomotives (expériences comparatives, faites au chemin de fer de l'État français sur les) à simple et à double expansion (n° 5) . . . . . . . . . . . 88

*Locomotives (progrès récents accomplis en Angleterre dans la construction des) (n° 9). . . . . . . . . . 158

*Locomotives (nouvelles) à voyageurs américaines de grande puissance (n° 11). . . . . . . . . . . . . 195

*Locomotives (puissantes) du type Consolidation (n° 12) 223

Pages
*Locomotive (nouvelle) américaine très puissante (n° 14) 263
*Locomotive (nouvelle) express à double expansion, pour les chemins de fer de l'État bavarois (n° 23). 419
*Locomotive, type Consolidation, pour le Rio Grande Western Railway (n° 24) 439
*Matériel (le nouveau) à bogies de la Compagnie du Nord (n° 19) 350
*Matériel (le) du chemin de fer Transsibérien (n° 23). 419
*Métropolitain (projet de) électrique souterrain pour New-York (États-Unis) (n° 7) 122
*Signaux (les) de chemins de fer en Belgique (n° 15). 278
*Traction (substitution de la) électrique à la traction à vapeur sur les grands réseaux de chemins de fer (n° 14) 263
*Traction (la) électrique aux États-Unis (n° 23) 418
*Traction (progrès réalisés dans la) des trains à grande vitesse, depuis 1889 (n° 24) 439
*Trafic (le) à grande vitesse sur les lignes de chemins de fer électriques (n° 3) 46
*Trains (l'éclairage des) (n° 9) 158
*Voies (statistique des) ferrées, sur le globe (n° 22). 402
*Voiture royale des chemins de fer de l'État bavarois (n° 3) 46
Voitures (nouvelles) à bogies et à intercirculation du chemin de fer du Saint-Gothard (n° 6) 106
*Wagons fermés à marchandises et wagons à charbon de 45 tonnes (100000 livres) de capacité (États-Unis) (n° 16) 299

### CHIMIE INDUSTRIELLE

Acétylène (le noir d') et ses dérivés (n° 4) 62
Aluminothermie (l'). Nouveau procédé de préparation de métaux purs et d'obtention de températures élevées. Léon Guillet (n° 25). 444
Combustibles (de la transformation des végétaux en) fossiles (n° 15) 276
Industrie chimique (mouvement et progrès de l') dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France. Léon Guillet (n°s 9, 10, 11, 12, 13 et 14). 146, 172, 186, 219, 229, 254
Saline et soudière de la Société Marchéville-Daguin et Cie, Ch. Dantin (n° 13) 231
Viscose (la) et le Viscoïde (n° 21) 382
*Acétylène (éclairage à l') de la ville d'Ouveillan (n° 1) 15
*Acétylène (l'éclairage des berges de la Seine par l') (n° 16) 299
*Acide indique (dosage de l') dans le nitrate de soude (n° 1) 15
*Acide chlorhydrique (fabrication de l') par le chlorure de calcium (n° 7) 122
*Acide (l') carbonique liquide du commerce (n° 21). 383
*Alcools (l'épuration des) par l'air froid (n° 18). 334
*Carbure (de la fabrication du) de calcium (n° 1). 15
*Chrome (traitement des matières résiduaires contenant de l'oxyde de), en vue de la régénération de l'acide chromique (n° 15) 279
*Ciment (fabrication de) de Portland avec les résidus d'une fabrique de soude, aux États-Unis (n° 13). 243
*Cuivre (réactions microchimiques du) (n° 2) 31
*Électrolyse (de l') des solutions de chlorures alcalins (n° 23) 419
*Industries (les) chimiques aux États-Unis (n° 20) 366
*Institut (le nouvel) de physique et chimie de Giessen (Hesse) (n° 2) 31
*Levures (les) en viticulture (n° 8) 139
*Matières colorantes (l'industrie des) en Allemagne (n° 8) 139
*Mordançage de la laine au chrome (n° 7) 122
*Naphtaline (dosage de la) dans le gaz de houille (n° 3). 47
*Silicates (analyse des) (n° 2) 30
*Soufre (l'industrie du) en Italie (n° 22) 403
*Sucre (la fabrication du) en Égypte (n° 7) 123
*Sulfate d'ammoniaque (la production, la consommation et les cours du) (n° 16) 299
*Synthèse des produits organiques par voie électrique (n° 23) 419
*Velvril (le), succédané du caoutchouc (n° 3) 47

### CONGRÈS

Congrès (les) à l'Exposition de 1900 (n° 5) 85
Congrès (les) internationaux de 1900 (n°s 6, 7 et 8) 104, 120, 137
Congrès des Mines et de la Métallurgie. Gérard Lavergne (n° 14) 257
Congrès de sécurité et de surveillance en matière d'appareils à vapeur (n° 16) 293
Congrès (les) de chimie à l'Exposition de 1900. Léon Guillet (n°s 18 et 19) 329, 346
Congrès d'électricité (n°s 24 et 25) 435, 451

### CONSTRUCTIONS CIVILES

École (l') municipale de physique et chimie industrielles (n° 8) 134
Palais (les) de l'Horticulture. (*Planche XI.*) M. Adémar (n° 8) 125
Pavillon de MM. Schneider et Cie, construction de la coupole métallique. (*Planches XII et XIII.*) Ch. Dantin (n° 9) 141
Puits (fonçage des) avec chemisage en béton armé (n° 9) 154
Usine électrique de la Compagnie « Le Triphasé », à Asnières (Seine). (*Planches VI, VII, VIII et IX.*) L. Moriès (n° 6) 89
Usine hydro-électrique de la Praz (Savoie), A. Laponche (n° 8) 128
*Arsenal (l') du 74e régiment, à Buffalo (États-Unis) (n° 12) 223
*Hall (grand) de manœuvres à l'arsenal de Newark (États-Unis) (n° 11) 195
*Liants (mesure des variations de volume des) hydrauliques (n° 4) 68
*Marché (de nouveau) de la gare de la Douane, à Vienne (n° 13) 243
*Usine (construction de l') de la Metropolitan Street Railway Co (New-York) (n° 17) 315

### CONSTRUCTION DES MACHINES

Machines à triple expansion du croiseur cuirassé hollandais le *Noord Brabant* (*Planche II.*) M. Hachebet (n° 2) 17
Mandrin pour fixer sur le tour des pièces de forme quelconque (n° 6) 103
Poulie à embrayage à friction (n° 6) 104
*Acier (de l'emploi de l') dans la construction du matériel de traction et de transport des chemins de fer (n° 18) 334
*Atelier (nouvel) de chaudronnerie pour la réparation des locomotives de la Compagnie du Nord, à Hellemmes-Lille (n° 3) 47
*Graphite (emploi du) comme lubrifiant dans les locomotives (n° 2) 31
Joint-raccord pour tuyaux de vapeur en cuivre (n° 21) 382
*Machines-outils (de la force motrice nécessaire aux divers types de) (n° 2) 31
*Machines à vapeur et dynamos des tramways électriques de Berlin (n° 11) 195
*Tubes (rétreignage des) à air chaud (n° 14) 263

### CONSTRUCTIONS NAVALES

Drague marine à godets, à succion et à refoulement (n° 20) 362
**Arundel* (l'), steamer pour le transport des voyageurs entre Dieppe et Newhaven (n° 25) 459
*Bateau-Salon (le) *Kaiserin Auguste Victoria* (n° 2) 31
*Bateaux (les) torpilleurs sous-marins, aux États-Unis (n° 13) 243
*Cuirassé (le) japonais *Asahi* (n° 15) 279
*Navires (construction des) dans le monde (n° 5) 88
*Navire (le) brise-glace *Haidamak* (n° 6) 106
*Sous-marins (état actuel de la question des) (n° 6) 106
**Von Podbielski* (le), navire poseur de câbles (n° 12) 223

### ÉCOLE CENTRALE

Liste par ordre de mérite des élèves ayant obtenu le diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le certificat de capacité (n° 11). 193
Liste des candidats admis à la suite du concours d'admission de 1900 (n° 24) 438
Liste complémentaire des diplômes et certificats (n° 12) 224

### ÉLECTRICITÉ

Accumulateur (nouveau type d') à charge rapide (n° 8) 137
Chemin de fer électrique (le) de Pékin-Machia-pu et la station de force de Pékin (n° 25). 454
Commande électrique des métiers à tisser (n° 22) 400
Électro-galvanisation des tubes de chaudières (n° 22) 401
Énergie (distribution de l') électrique dans l'enceinte de l'Exposition. Éclairage des Palais et Jardins. (*Planche I.*) Émile Cayla (n° 1) 1
Groupe électrogène de 2500 chevaux Borsig et Siemens et Halske. (*Planche X.* Ch. Dantin (n° 7) 109
Groupe électrogène de 3000 kilowatts des Sociétés d'Augsbourg-Nuremberg et Hélios. (*Planche XXII.*) Alfred Boudon (n° 13) 225
Groupe électrogène de 1000 kilowatts Delaunay-Belleville et Cie et Bréguet. Ch. Dantin (n° 19) 337
Grue Titan électrique de 30 tonnes de la salle des machines La Bourdonnais. (*Planche III.*) Alfred Boudon (n° 3) 33
Indicateur électrique de niveau à distance (n° 1). 12
Riveuse (nouvelle) électrique (n° 25) 455
Télégraphone Poulsen (le). G. Briand (n° 22). 399
Transports électriques de l'Exposition : Chemin de fer et Plate-forme mobile. (*Planche XXV.*) Alfred Boudon (n°s 20 et 21) 353, 375
Usine électrique de la Compagnie « Le Triphasé », à Asnières (Seine). (*Planches VI, VII, VIII et IX.*) L. Moriès (n° 6) 89
Usines (les) d'énergie électrique et l'Administration des Postes et Télégraphes (n° 12) 221
*Alternateur de 3000 kilowatts (n° 21) 383
*Ascenseurs (les) électriques de la gare de la Douane, à Vienne (n° 11) 195
*Balayeuse électrique à trolley (n° 2) 31
*Conduites (de la conductibilité électrique des) d'eau (n° 20) 367
*Distribution de la force à grande distance (n° 21). 384
Éclairage (installation municipale pour l') de Wallingford (États-Unis) (n° 2) 31
Éclairage (l') électrique du port de Bordeaux (n° 18). 334
Fours électriques pour la fabrication du carbure de calcium (n° 17) 315
Gants (concours de) isolants protecteurs pour les ouvriers électriciens (n° 7) 124
*Installation hydro-électrique de Tariffville (États-Unis) (n° 2) 31
*Installation hydro-électrique de Sao-Paulo (Brésil). (n° 12) 299
*Installations (les) électriques du polygone d'essai de la marine, à Indian Head (États-Unis) (n° 22) 403
*Lampes (les) électriques à haut voltage aux États-Unis (n° 25) 459
*Light (la United Electric) and Power Co, de New-York (n° 15) 279
*Machines-outils (de la commande électrique des) (n° 23) 420
*Station (la) centrale des forces motrices de l'Avançon, à Bex (Suisse) (n° 6) 107
*Station centrale d'électricité (15000 chevaux) de Willesden (Angleterre) (n° 9) 158
*Stations (les) centrales d'électricité de Chicago (n° 11) 195
*Station centrale d'électricité de Montgomery (n° 13). 243
*Station centrale d'électricité de Birmingham (États-Unis) (n° 15) 279
*Station centrale d'électricité de Gloucester (Angleterre (n° 19) 350
*Station centrale de la Compagnie d'éclairage électrique de Blackheath et Greenwich (n° 23) 419
Station centrale d'électricité de la ville de Prague (n° 24) 439
*Traction électrique (expériences de) sur la ligne de Berlin-Wannsee (n° 25) 459
*Tramways (les) électriques de Dublin (Irlande) (n° 9). 159
*Usine (fonctionnement de l') centrale d'électricité du Chicago and Milwaukee Electric Railway (n° 15). 279

### ENSEIGNEMENT

École (l') municipale de physique et chimie industrielles (n° 8) 134
École supérieure d'Électricité : Liste par ordre de mérite des élèves sortis en 1900, avec le diplôme d'études supérieures (n° 14) 264
École supérieure des Mines : Liste, par ordre de mérite, des élèves sortis avec le diplôme d'Ingénieur civil des Mines (n° 16) 300
Institut national Agronomique : Liste, par ordre de mérite, des candidats admis à l'Institut national Agronomique à la suite du concours de 1900 (n° 14). 264
Institut national Agronomique : Liste, par ordre de mérite, des élèves sortis en 1900 avec le diplôme d'Ingénieur-Agronome (n° 16) 300

### ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Travail (comparaison du) à la main et du travail à la machine (n° 9) 151
*Associations (des) coopératives dans la Prusse rhénane (n° 22) 403
*Industrie (l') américaine et l'industrie anglaise (n° 15) 279
*Marine (la crise de notre) marchande (n° 16). 299
*Marine (le développement de la) allemande (n° 19). 351
*Retraite (la) ouvrière dans les charbonnages du Centre, en Belgique (n° 19) 351

### EXPOSITION DE 1900

Aciers (les) au nickel à l'Exposition de 1900. A. Abraham (n° 15) 268
Aciers (les) moulés à l'Exposition de 1900. A. Abraham (n°s 20 et 21) 358, 379
Agriculture (l') à l'Exposition de 1900. G. Coupan (n°s 18, 19, 22, 23 et 24). 324, 342, 393, 409, 430
Ascenseurs hydrauliques (les nouveaux) de la Tour de 300 mètres. (*Planche XXXV.*) Ch. Dantin (n° 25) 441
Chemins élévateurs (les) à l'Exposition de 1900 (n° 11) 181



Pages

Chemins (installation de) de fer suspendus, à l'annexe de Vincennes (n° 24) . . . . . . . 437

Congrès (les) à l'Exposition de 1900 (n° 5). . . 85

Congrès (les) internationaux à l'Exposition de 1900 (n°s 6, 7 et 8). . . . . . . . 104, 120, 137

Congrès des Mines et de la Métallurgie. Gérard Lavergne (n° 14) . . . . . . . . . . 257

Congrès de sécurité et de surveillance en matière d'appareils à vapeur (n° 16) . . . . . 293

Congrès (les) de chimie à l'Exposition de 1900. Léon Guillet (n°s 18 et 19). . . . . . 329, 346

Congrès d'Électricité (n°s 24 et 25). . . . 435, 451

Énergie (distribution de l') électrique dans l'enceinte de l'Exposition. Éclairage des palais et jardins. (Planche I.) Émile Cayla (n° 1) . 1

Groupe électrogène de 2500 chevaux Borsig et Siemens et Halske. (Planche X.) Ch. Dantin (n° 7) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 109

Groupe électrogène de 3000 kilowatts des Sociétés d'Augsbourg-Nuremberg et Hélios. (Planche XXII.) Alfred Boudon (n° 13) . . . 225

Groupe électrogène de 1000 kilowatts Delaunay-Belleville et Cie et Bréguet. Ch. Dantin (n° 19) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 337

Grue Titan électrique de 30 tonnes de la salle des machines La Bourdonnais. (Planche III. Alfred Boudon (n° 3) . . . . . . . . . . . 33

Jury (le) des récompenses. Liste des membres français du Jury (n°s 3 et 4) . . . . . . 43, 63

Jury (le) des récompenses. Liste complémentaire des membres français du Jury (n° 7) . 117

Jurys (bureaux des) (n° 7) . . . . . . . . . . 118

Jury (le) des récompenses. Liste complémentaire des membres français du Jury (n° 10) . . . 177

Jury (le) supérieur des récompenses (n° 10). . 178

Jurys (nomination des bureaux des) de groupe (n° 10) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 178

Locomotive compound express, avec mécanisme auxiliaire, de la Société Krauss et Cie, de Munich. (Planche XXIV.) F. Barbier (n° 15). 265

Locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer du Nord français. (Planche XXVII.) F. Barbier (n° 17) . . . . . . . . 301

Locomotive compound à 2 cylindres et à 4/5 essieux accouplés, construite par la Compagnie de Fives-Lille. F. Barbier (n° 20) . . . . . 361

Locomotive compound à grande vitesse des Chemins de fer de l'État hongrois. (Planche XXXIII.) F. Barbier (n° 23) . . . . . . . 405

Locomotives tenders à deux essieux accouplés de la Société Krauss et Cie de Munich. (Planche XXXVI.) F. Barbier (n° 26) . . . . . . . 463

Machine à vapeur compound Corliss, à soupapes. (Planche XVI.) (n° 11) . . . . . . . . . . 181

Machines à vapeur à grande vitesse, système E. Mertz. Alfred Boudon (n° 24) . . . . . . 427

Palais (les) de l'Horticulture. (Planche XI. M. Adémar (n° 8) . . . . . . . . . . . . . . . 125

Palais (les) de l'Esplanade des Invalides. (Planche XXIII.) Louis David (n° 14) . . . . . . . 245

Palais (le) des Illusions. Ch. Dantin (n° 14). . 251

Palais de l'Électricité. (Planche XXVIII.) René Weil (n° 18) . . . . . . . . . . . . . . . 317

Participation des puissances étrangères. Poitevin de Veyrière.

Allemagne (n° 23) . . . . . . . . . . . . 412
Autriche (n° 24) . . . . . . . . . . . . 433
Belgique (n° 22) . . . . . . . . . . . . 397
Bosnie-Herzégovine (n° 24) . . . . . . . 434
Espagne (n° 26) . . . . . . . . . . . . 473
États-Unis (n° 25) . . . . . . . . . . . 448
Grande-Bretagne (n° 25) . . . . . . . . 449
Hongrie (n° 24). . . . . . . . . . . . . 434
Italie (n° 26) . . . . . . . . . . . . . 472
Norvège (n° 19) . . . . . . . . . . . . 345
Pays-Bas (n° 22) . . . . . . . . . . . . 398
Portugal (n° 26) . . . . . . . . . . . . 472
Russie (n° 17) . . . . . . . . . . . . . 306
Suède (n° 19) . . . . . . . . . . . . . 344

Passerelle (effondrement de la) du « Globe Céleste » (n° 1) . . . . . . . . . . . . . . . 11

Passerelle en béton armé reliant le pavillon de Madagascar au Trocadéro. Ch. Dantin (n° 2). 27

Passerelle sur la Seine, entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna. (Planche IV.) Ch. Dantin (n° 4) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 49

Passerelles réunissant entre elles les différentes parties de l'Exposition (n° 10) . . . . . . . 173

Pavillon de MM. Schneider et Cie. Construction de la Coupole métallique. (Planches XII et XIII.) Ch. Dantin (n° 9) . . . . . . . . . 141

Récompenses (les) à l'Exposition de 1900. Distinctions honorifiques (n°s 17 et 18). . . 313, 440

Service des Eaux. Usine élévatoire de la Société française des pompes Worthington. (Planches XXV et XXVI.) E. Cayla (n° 16) . . . . 281

Transports (les) électriques de l'Exposition : Chemin de fer et Plate-forme mobile. (Planche XXX.) Alfred Boudon (n°s 20 et 21). 353, 375

*Compagnies (les) de l'Est et de Paris-Lyon-Méditerranée à l'Exposition de 1900 (n° 25). . . . . . . 458

Pavillon (le) des Ardoisières d'Angers à l'Exposition (n° 24) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 438


## GÉOLOGIE


Combustibles (de la transformation des végétaux en) fossiles (n° 15). . . . . . . . . 276

Géologie (du rôle de la) dans l'Industrie minérale, l'Agriculture et les Travaux publics (n° 22). . . . . . . . . . . . . . . . . . 401

Industrie (l') diamantifère au Cap. F. Schiff (n° 16). . . . . . . . . . . . . . . . . . 287

Sables (les) aurifères du Cap Nome (Alaska). R. de Batz (n° 6) . . . . . . . . . . . . . 97

*Combustibles (des microorganismes des) fossiles (n° 13). . . . . . . . . . . . . . . . . . . 263

Pavillon (le) des Ardoisières d'Angers à l'Exposition (n° 24). . . . . . . . . . . . . . . . . . . 438


## HYDRAULIQUE


Alimentation d'eau des champs d'or de Coolgardie (Australie occidentale) (n° 9). . . . . 157

Conduites (dispositif pour empêcher l'éclatement des) d'eau par la gelée (n° 1). . . . . 12

Garniture (nouvelle) de tige de piston hydraulique (n° 25) . . . . . . . . . . . . . . . 457

Réservoirs (note sur les dimensions à donner aux) des distributions d'eau. Ch. Vigreux (n° 12) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 220

Réservoir de chasse à siphon automatique (n° 12). . . . . . . . . . . . . . . . . . 222

*Adduction des eaux de l'Yonne pour l'alimentation de Château-Chinon et éclairage électrique de la ville (n° 25) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 450

*Alimentation d'eau de la ville de Leipzig (n° 17) . . 316

*Alimentation (travaux pour l') d'eau de Jersey City (n° 18) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 335

*Appareils régulateurs (projets d') du niveau du lac Érié (n° 3) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 47

*Château d'eau (le nouveau) de Hanovre (n° 22) . . . 403

*Correction (des travaux de) des cours d'eau (n° 20) . 367

*Conduite (pose d'une) d'eau de 0m90 en travers de l'Harlem River, à New-York (n° 2) . . . . . . . . 32

*Déversoirs (écoulement de l'eau par) (n° 2). . . . . 32

*Eaux (de la recherche et de la captation des) souterraines (n° 16) . . . . . . . . . . . . . . . . . 300

*Installations (les) hydrauliques de la station centrale d'électricité de la Compagnie du tramway métropolitain de New-York (n° 21) . . . . . . . . . . 384

*Lit (étude sur la corrélation entre la configuration du) et la profondeur du chenal dans l'Escaut maritime (n° 22). . . . . . . . . . . . . . . . . . 403

*Papeterie (installations de la) de la Kimberly and Clark Co, aux chutes de Quinnesec (États-Unis) (n° 15) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 280

*Pompes élévatoires (installation auxiliaire de) pour la distribution d'eau de Peoria (États-Unis) (n° 8) . 130

*Réservoir (rupture d'un) à Grand Rapids (États-Unis (n° 17) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 316

*Station (la) de pompes élévatoires de Mount Royal, à Baltimore (États-Unis) (n° 4) . . . . . . . . . 68

*Usine (nouvelle) hydraulique et réservoir d'eau pour l'alimentation de la ville de Latrobe (États-Unis) (n° 5). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 88

*Usine hydro-électrique (construction d'une) de 90 000 chevaux, sur le Saint-Maurice River (Canada) (n° 7) 123


## HYGIÈNE


Ordures (incinération des) ménagères à San Francisco (Californie) (n° 11). . . . . . . . . 190

*Asphyxie (premiers soins à donner en cas d') (n° 6). 107

*Collecteurs (les grands) de la ville de Dijon (n° 23) . 420

*Décantation (fonctionnement de l'installation de) et de filtration des eaux d'Albany (États-Unis) (n° 20). 367

*Eaux (épuration et filtration des) d'alimentation de la banlieue de Paris (n° 18) . . . . . . . . . . 335

*Eaux (purification des de rebut des établissements industriels (n° 23 . . . . . . . . . . . . . . . 420

*Hôpitaux (de l'installation des) modernes (n° 6) . . 107

*Hygiène (l') à l'Exposition de 1900 (n° 20) . . . . . 367

*Installations (les) de bains et de douches à la Cornell University (n° 25) . . . . . . . . . . . . . . . 459

*Lavabos (les) du Treuil, aux houillères de Saint-Étienne (n° 10) . . . . . . . . . . . . . . . . . 179

*Ordures (les) ménagères de Paris (n° 6) . . . . . . 107

*Ordures (de la distillation des) ménagères (n° 16). . 300

*Ordures (du traitement des) ménagères (n° 19) . . . 351


## JURISPRUDENCE ET LÉGISLATION


Pages

Accidents (déclaration des) du travail. Louis Rachou (n° 15) . . . . . . . . . . . . . . 275

Actions (les) de priorité. Louis Rachou (n° 6). 102

Droits du patron sur les inventions de ses ouvriers et employés. Louis Rachou (n° 3) . . 42

Incapacité (de l') permanente partielle de travail. Louis Rachou (n° 9) . . . . . . . . . 153

Industries agricoles (les). Louis Rachou (n° 1). 10

Inspection (l') du travail. Louis Rachou (n° 18) 330

Pénalités (des) encourues en cas de contravention à la loi du 30 mars 1900. Louis Rachou (n° 13). . . . . . . . . . . . . . . . . . 240

« Prud'hommes employés » (la question des). Louis Rachou (n° 7). . . . . . . . . . . . 117

Prud'hommes (conditions de l'électorat et de l'éligibilité aux Conseils de). Louis Rachou (n° 8) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 133

Réglementation du travail des étrangers en France. Louis Rachou (n° 25) . . . . . . . 452


## MÉCANIQUE


Abaques pour le montage des lignes électriques. Édouard Liégeois (n° 2) . . . . . . . 25

Appareil de levage pneumatique (n° 9). . . . . 155

Appareil de lubrification multiple automatique à écoulement visible du lubrifiant (n° 25). . 454

Appareil (nouvel) de chargement pour haut fourneau (n° 26) . . . . . . . . . . . . . . 474

Ascenseurs hydrauliques (les nouveaux) de la Tour de 300 mètres. (Planche XXXV.) Ch. Dantin (n° 25) . . . . . . . . . . . . . . 441

Broyeur à cylindres centrifuges (n° 1) . . . . 13

Chemins (les) élévateurs à l'Exposition de 1900 (n° 11). . . . . . . . . . . . . . . . . . 181

Coupe-tubes pneumatique (n° 11) . . . . . . 193

Courroie (évaluation de la force transmise par) sur les poulies de grand diamètre et à grande vitesse (n° 17). . . . . . . . . . . . . . . 311

Excavateur en fouille (n° 23) . . . . . . . . . 414

Groupe électrogène de 2500 chevaux Borsig et Siemens et Halske. (Planche X.) Ch. Dantin (n° 7) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 109

Groupe électrogène de 1000 chevaux Escher-Wyss et Cie et Oerlikon. Ch. Parcey (n° 18). 327

Groupe électrogène de 1000 kilowatts Delaunay-Belleville et Cie et Bréguet. Ch. Dantin (n° 19). . . . . . . . . . . . . . . . . . 337

Machine compound demi-fixe à faisceau tubulaire amovible (n° 8) . . . . . . . . . . . 135

Machine à vapeur compound Corliss à soupapes. (Planche XVI.) (n° 11) . . . . . . . . . . . 181

Machine à vapeur demi-fixe compound à condensation (n° 17) . . . . . . . . . . . . . 312

Machine à vapeur verticale à triple expansion de la Société Escher-Wyss et Cie (n° 18). . . 331

Machines à vapeur à grande vitesse, système E. Mertz. Alfred Boudon (n° 24) . . . . . 427

Machine à vapeur verticale, système Sulzer (n° 25) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 456

Manutention mécanique du charbon et du coke, dans les usines de la Compagnie parisienne du Gaz. (Planches XXXI et XXXII.) J. Laverchère (n°s 21 et 22) . . . . . . . . 369, 385

Moteurs (du fonctionnement des) à plusieurs cylindres (n° 11) . . . . . . . . . . . . . 192

Moulin à galets (nouveau) (n° 23) . . . . . . 415

Pince d'extraction pour puits artésien (n° 3). . 43

Pince d'extraction pour puits artésien. (Correspondance.) Th. Guérin (n° 6) . . . . . . . 105

Pont (nouveau type de) suspendu rigide. Commandant Gisclard (n° 1) . . . . . . . . . 5

Pont tournant de 33 mètres d'ouverture sur le « Chicago River », à Chicago (n° 8). . . . . 131

Prix de revient du cheval-heure effectif, obtenu par les moteurs à gaz des hauts fourneaux. Aug. Dutreux (n° 10). . . . . . . . . . . . 176

Riveuse électrique (nouvelle) (n° 25). . . . . 455

Tamis à secousses équilibré (n° 26) . . . . . 474

Transmission (appareil pour la) de l'énergie à vitesse variable (n° 9) . . . . . . . . . . . 157

*Abattoirs (les) urbains et leurs installations mécaniques (n° 16). . . . . . . . . . . . . . . . . 300

*Câbles (des conditions d'enroulement des) métalliques (n° 13). . . . . . . . . . . . . . . . . 263

*Compresseur d'air à deux phases (n° 10) . . . . . . 179

Cric télescopique minuscule (n° 19) . . . . . . . . 349

*Installations (les) mécaniques dans les brasseries (n° 19). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 351

Levage (nouvel appareil de) pneumatique (n° 20) . . 365

*Machine (nouvelle) soufflante américaine (n° 11) . . 195

*Machine hydraulique à visser pour enfoncer les pilotis à vis (n° 21) . . . . . . . . . . . . . . 384

Pages

*Machinés (essais de) et pompes élévatoires Nordberg, à Wildwood (États-Unis) (n° 22) . . . . . . . . . 403
*Machinerie des docks à minerai aux États-Unis (n° 22). . . . . . . . . . . . . . . . . . . 403
*Manutention automatique du charbon à l'usine de Leeds (Angleterre) (n° 14) . . . . . . . . . . 263
*Monte-courroies articulé (n° 6) . . . . . . . . . . 107
*Moteurs (les) à gaz de grande puissance (n° 3) . . . 47
*Moteurs à gaz Crossley de 350 chevaux (n° 18) . . . 335
*Outils pneumatiques portatifs (n° 2). . . . . . . . 32
*Plans (les) inclinés automoteurs (n° 3). . . . . . . 47
*Pont roulant électrique de 50 tonnes des aciéries de Rombach (Allemagne) (n° 4) . . . . . . . . . . 68
*Pont roulant électrique de 25 tonnes (n° 6). . . . . 107
*Ponts à bascule de grandes dimensions (n° 9). . . . 159
*Ponts (manœuvre des) tournants par l'électricité, aux États-Unis (n° 12). . . . . . . . . . . . . 223
*Presse-étoupes (frottement dans les garnitures de) à vapeur (n° 2) . . . . . . . . . . . . . . . . 32
Régulateur (nouveau) isochrone (n° 14). . . . . . . 261
*Transmissions (les) télédynamiques (n° 12). . . . . 224
*Transports (les progrès des) aériens par câbles (n° 7) 123
*Transporteurs (nouveaux appareils) pour minerais et charbons (n° 19) . . . . . . . . . . . . . . 351
*Turbine (expériences sur une) à vapeur accouplée à un alternateur (n° 15) . . . . . . . . . . . . 280
*Volants (les progrès dans la construction des) (n° 14) 263

## MÉTALLURGIE

Aciers (les) au nickel à l'Exposition de 1900. A. ABRAHAM (n° 15). . . . . . . . . . . . 268
Aciers (les) moulés à l'Exposition de 1900. A. ABRAHAM (n°s 20 et 21). . . . . . . 358, 379
Aluminothermie (l'). Nouveau procédé de préparation de métaux purs et d'obtention de températures élevées. Léon GUILLET (n° 25) . 444
Four (une nouvelle formule de travail au) Siemens-Martin. Alexandre POURCEL (n° 3). . 42
Industrie (l') sidérurgique de la Russie méridionale (n° 9). . . . . . . . . . . . . . . 155
Laminage continu des fers et aciers marchands (n° 7) . . . . . . . . . . . . . . . . . 116
*Plaques (les) de blindage*, par L. BACLÉ. (Bibliographie) (n° 3) . . . . . . . . . . . . . 40
Résidus (traitement des) des fours à plomb (n° 1) 8

*Alliages (les théories d'Osmond et de Roberts-Aus'en et les) de fer et de carbone (n° 15) . . . . . . . . 286
*Bronze (fabrication du) phosphoreux (n° 3) . . . . 47
*Convertisseur (le) Thomas (n° 8) . . . . . . . . . 139
*Cuivre (de l'influence du) dans le fer et l'acier (n° 9) 159
*Déphosphoration (de la) et des minerais de fer de Meurthe-et-Moselle (n° 1) . . . . . . . . . . . 15
*Fer (la concurrence sur les marchés du) et de l'acier dans le monde, en 1899 (n° 4) . . . . . . . . . 68
*Hauts fourneaux (dispositif de chargement mécanique des) (n° 11). . . . . . . . . . . . . . . . 195
*Hydrogène (de l'occlusion de l') dans le fer (n° 21) . 384
*Laitiers (les ciments de) (n° 22). . . . . . . . . . 404
*Laminoirs (nouvelles installations de) en Amérique (n° 18). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 335

## MINES

Arrêtiers doubles de sûreté pour plans inclinés (n° 17) . . . . . . . . . . . . . . . . . 313
Combustibles (de la transformation des végétaux en) fossiles (n° 15) . . . . . . . . . . 276
Dynamitières (fermeture automatique des) souterraines (n° 11) . . . . . . . . . . . . . 191
Fonçage et muraillement simultanés d'un puits aux mines de la Bouble (n° 16). . . . . . . 291
Gaz (diminution du débit des dégagements de) naturel aux États-Unis (n° 13). . . . . . . 241
Industrie (l') diamantifère au Cap. F. SCHIFF (n° 16). . . . . . . . . . . . . . . . . . 287
Mines de lignite de Gardanne (Bouches-du-Rhône). Construction d'une galerie souterraine destinée à relier la concession à la mer. H. SCHMERBER (n°s 4, 5 et 6) . . . . 57, 82, 100
Sables (les) aurifères du Cap Nome (Alaska). R. DE BATZ (n° 6). . . . . . . . . . . . . . . 97

*Câbles (statistique de la durée et de la résistance des) de mines (n° 13) . . . . . . . . . . . . . 243
Charbon (prix de revient du) sur le carreau de la mine (n° 7). . . . . . . . . . . . . . . . . . 124
*Charbon (exploitation des couches de) jumelles (n° 12) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 224
*Combustibles (des microorganismes des) fossiles (n° 13). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 243
*Cuvelage en béton d'un nouveau puits (n° 25) . . . 459
*Gisements (des) de minerais de fer oolithiques dans le Luxembourg et la Lorraine (n° 20). . . . . . 367
*Lignites (les) du Sarladais (n° 6). . . . . . . . . 107
*Mines (les) de la province de Québec (n° 8) . . . . . 139
*Mine (un coup de) à très forte charge (n° 9) . . . . 159
*Minerais (les gisements des) de cuivre (n° 19) . . . 351
*Puits (contribution à la théorie des) (n° 8) . . . . . 139
*Mines (les) de fer du lac Supérieur (n° 13). . . . . 243
*Production du coke dans la région de Connelsville (États-Unis) (n° 26) . . . . . . . . . . . . . . 475
*Ressources (les) minérales de la Nouvelle-Calédonie (n° 16) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 309

## NAVIGATION

Bateau-phare (le) du cap Hatteras (n° 2) . . . 28
Canal (le) de l'Elbe à la Trave. Remplissage et vidange des écluses par siphons. Manœuvre des portes par l'air comprimé. *(Planche XXXIV.)* Georges HENRY (n° 24) . . . . . . 421

*Delta (amélioration de la branche Sud du) du Mississipi (n° 23). . . . . . . . . . . . . . . . 420
*Drague hydraulique automotrice sur le Mississippi River (n° 11) . . . . . . . . . . . . . . . . . 196
*Navigation (les progrès de la) intérieure en Allemagne (n° 9) . . . . . . . . . . . . . . . . . 159
*Phares (de la construction des) (n° 20). . . . . . . 368
Port de Cologne (les nouvelles installations du) sur le Rhin (n° 25) . . . . . . . . . . . . . . . . 460
*Portes (moyen d'obtenir l'étanchéité des poteaux-tourillons des) d'écluses (n° 20). . . . . . . . 367
*Voies de navigation de la mer Baltique à la mer Caspienne (n° 22) . . . . . . . . . . . . . . . 404

## NÉCROLOGIE

Chabrier (Ernest). Ch. TALANSIER (n° 4). . . . 61
Masson (Georges) (n° 7). . . . . . . . . . . 121
Serres (Auguste de) (n° 17) . . . . . . . . . 314

## PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Allumeur (nouveau système d') de mèches (n° 12). . . . . . . . . . . . . . . . . . . 221
Aluminothermie (l'). Nouveau procédé de préparation de métaux purs et d'obtention de températures élevées. Léon GUILLET (n° 25). 444
Combustibles (utilisation des) liquides. H. GUÉRIN (n°s 2 et 3). . . . . . . . . . . . . 22, 36
Combustible (appareils du steamer *Cardium* pour l'emploi du) liquide (n° 14). . . . . . 259
Déverseur automatique de pression (n° 8). . . 136
Filtre-presse (nouveau) (n° 18) . . . . . . . 333
Gazogènes (les) Riché. P. CORBIER (n° 9). . . . 149
Gazogène (nouveau type de) (n° 18). . . . . . 332
Générateur oléothermique (n° 16) . . . . . . 295
Indicateur de température à distance, avertisseur automatique d'incendie (n° 12) . . . . 222
Machine (première) soufflante actionnée par les gaz des hauts fourneaux (n° 3). . . . . . . 39
Moteurs (imperfections des cycles des) thermiques. Le « Moteur économique ». O. DUPERRON (n°s 4 et 5). . . . . . . . . . . 55, 79
Moteurs (imperfections des cycles des) thermiques. *(Correspondance.)* Jules DESCHAMPS et O. DUPERRON (n° 25) . . . . . . . . . 457
Pasteurisation (appareil pour la) du lait (n° 13). 241
Pétrole (applications du) à la métallurgie et à l'industrie du verre. G. DE KRIVOCHAPKINE (n° 17). . . . . . . . . . . . . . . . . . 309
Purgeur (nouveau) de vapeur (n° 19). . . . . 348
Robinet de jauge de précision (n° 11). . . . . 192
Soupapes (nouvelles) d'air chaud et de fumée (n° 9) . . . . . . . . . . . . . . . . . . 156
Télémètre (nouveau système de) (n° 13) . . . 240
Ventilateur à diaphragme pour yacht (n° 18). 333

*Boues (nouvel appareil extracteur de) pour chaudières à vapeur (n° 9) . . . . . . . . . . . . . 159
*Charbon (de l'emploi rationnel du) dans l'industrie (n° 3) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 48
*Chaudières (comparaison des divers types de) marines (n° 15) . . . . . . . . . . . . . . . . . 280
*Dilatation (de la) des pâtes céramiques (n° 20). . . 368
*Distillation (installation pour la) de 270 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures, à Fort-Jefferson (États-Unis) (n° 7). . . . . . . . . . . . 123
*Eaux (de l'épuration des) ferrugineuses (n° 19). . . 352
*Eaux (épuration des) d'alimentation des locomotives (n° 23) . . . . . . . . . . . . . . . . . 420
*Installation frigorifique (une) à Brooklyn (États-Unis) (n° 25) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 460
*Lampes (emploi des) Washington à la Compagnie du Nord (n° 19). . . . . . . . . . . . . . . . 352
*Moteur (essais d'un) à gaz de 125 chevaux (n° 1) . . 15
*Moteur (essais effectués sur un) à gaz de 600 chevaux alimenté par les hauts fourneaux (n° 15) . . 280
*Réchauffeurs intermédiaires dans les machines à vapeur à expansion multiple (n° 18) . . . . . . . 335
*Vapeur (de la consommation de) dans les machines (n° 7). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 123

## RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Pages

*Béton (résistance du) suivant les différentes proportions de remplissage des vides des pierres (n° 13) . 244
*Billes (résistance des) d'acier à l'écrasement (n° 8). 140
*Stabilité (de la) des voûtes circulaires (n° 26). . . . 476
*Voûtelettes (essais de résistance effectués sur des) en béton (n° 21). . . . . . . . . . . . . . . . 384
*Voûtes (du calcul des) à triple articulation (n° 22). 404

## SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

*Académie des Sciences.* Extraits des comptes rendus des séances.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Séance du | 23 | avril | 1900 | (n° 1). . . . | 14 |
| — | 30 | — | — | (n° 2). . . . | 30 |
| — | 7 | mai | — | (n° 3). . . . | 46 |
| — | 14 | — | — | (n° 4). . . . | 67 |
| — | 21 | — | — | (n° 5). . . . | 87 |
| — | 28 | — | — | (n° 6). . . . | 106 |
| — | 5 | juin | — | (n° 7). . . . | 122 |
| — | 11 | — | — | (n° 8). . . . | 138 |
| — | 18 | — | — | (n° 9). . . . | 158 |
| — | 25 | — | — | (n° 10). . . . | 179 |
| — | 2 | juillet | — | (n° 11). . . . | 194 |
| — | 9 | — | — | (n° 12). . . . | 223 |
| — | 16 | — | — | (n° 13). . . . | 242 |
| — | 23 | — | — | (n° 14). . . . | 262 |
| — | 30 | — | — | (n° 15). . . . | 278 |
| — | 6 | août | — | (n° 16). . . . | 298 |
| — | 13 | — | — | (n° 17). . . . | 315 |
| — | 20 | — | — | (n° 18). . . . | 334 |
| — | 27 | — | — | (n° 19). . . . | 350 |
| — | 3 | septembre | — | (n° 20). . . . | 366 |
| — | 10 | — | — | (n° 21). . . . | 383 |
| — | 17 | — | — | (n° 22). . . . | 402 |
| — | 24 | — | — | (n° 23). . . . | 418 |
| — | 1er | octobre | — | (n° 24). . . . | 439 |
| — | 8 | — | — | (n° 25) . . . | 458 |
| — | 15 | — | — | (n° 26). . . . | 475 |

*Société des Ingénieurs civils.* Extraits des comptes rendus des séances.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Séance du | 20 | avril | 1900 | (n° 1). . . . . | 14 |
| — | 4 | mai | — | (n° 3). . . . . | 46 |
| — | 18 | — | — | (n° 5) . . . . | 87 |
| — | 1er | juin | — | (n° 8). . . . . | 138 |
| — | 22 | — | — | (n° 11). . . . . | 194 |
| — | 6 | juillet | — | (n° 14). . . . . | 262 |
| — | 20 | — | — | (n° 16). . . . . | 298 |
| — | 5 | octobre | — | (n° 25). . . . . | 458 |


## STATISTIQUE

Industrie (mouvement et progrès de l') chimique dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France. Léon GUILLET (n°s 9, 10, 11, 12, 13 et 14). 146, 172, 186, 219, 229, 254

*Accidents (statistique des) d'appareils à vapeur survenus en France en 1898 (n° 8). . . . . . . . . . 140
*Industrie (l') du fer et de l'acier, en Italie (n° 3). . . 48
*Or (production de l'), de l'argent et du charbon, aux États-Unis, en 1899 (n° 11) . . . . . . . . . . . 196
*Production minérale et métallurgique des États-Unis, en 1899 (n° 13). . . . . . . . . . . . . . . . . 244
Production de l'or en Australie en 1900 (n° 24) . . . 140

## TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

Télégraphie multiple réversible ou multiplex, système E. Mercadier. G. BRIAND (n° 7) . . . 114
Télégraphone Poulsen (le). G. BRIAND (n° 22) . 399
*Les câbles télégraphiques entre les divers pays d'Europe et leurs colonies (n° 26). . . . . . . . . . 476

## TRAMWAYS

Courant (des) dérivés dans le sol, sur les lignes de tramways électriques à retour de courant par les rails (n° 20) . . . . . . . . . . . 365

*Développement (le) des tramways à traction mécanique, en Italie (n° 25). . . . . . . . . . . . . 460
*Frein (nouveau) à air comprimé, pour tramways (n° 11) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 196
*Frein électro-magnétique pour tramways (n° 23). . 420
*Joints (les) des rails de tramways (n° 9) . . . . . . 160
*Railway (le) électrique de Lexington et Boston (n° 10) 180
*Traction (la) à air comprimé à Paris (n° 1) . . . . . 15

Pages
*Traction (nouvelles installations de) par l'air comprimé (n° 19) . . . . . . . . . . 352
*Tramway électrique triphasé à grande vitesse de Toledo à Norwalk (États-Unis) (n° 1) . . . . 16
*Tramway (le) funiculaire de Montecatini (Italie) (n° 3) 48
*Tramway électrique interurbain de Oshkosh, à Neenah (États-Unis) (n° 6) . . . . . . . 108
*Tramways (la ville de Dayton (États-Unis), centre d'un grand réseau de) électriques interurbains (n° 7) 123
*Tramways électriques de l'Union Railroad C°, de Providence (États-Unis) (n° 9) . . . . . . . 159
*Tramways (traction des) par l'air comprimé à New-York (n° 9) . . . . . . . . . . 160
Tramways (statistique des) aux États-Unis et au Canada pour 1898 et 1899 (n° 10) . . . . . . 180
*Tramway électrique suburbain de Budapest à Budafok (Hongrie) (n° 15) . . . . . . . . 280
*Tramways (les) électriques de Pérouse (n° 17) . . . . 316
*Tramway électrique de Worcester et Webster (États-Unis) (n° 18) . . . . . . . . . 335
*Tramways (les) électriques à caniveau latéral dans Paris (n° 18) . . . . . . . . . 336
*Tramways (les) électriques de Genève (Suisse) (n° 20) 368
*Voitures (les) d'attelage pour automotrices de la Compagnie générale des Omnibus (n° 6) . . . . . . . 108

TRAVAUX PUBLICS

**Canal (le) de l'Elbe à la Trave. Remplissage et vidange des écluses par siphons. Manœuvre des portes par l'air comprimé.** *(Planche XXXIV.)* Georges Henry (n° 24) . . . . . . 421
**Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars, à Paris. Description générale de la ligne. Traversée de la Seine et de ses abords en viaduc.** *(Planche V.)* A. Dumas (n° 5) . . . . . . . . . . 69
**Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars, à Paris. Travaux de la partie comprise entre Courcelles et Passy.** *(Planches XIV et XV.)* A. Dumas (n° 10) . . . . . . . . . . . . 161
**Métropolitain (le) de Paris. Description générale du réseau projeté. Description détaillée de la partie exécutée.** *(Planches XVII, XVIII, XIX, XX et XXI.)* A. Dumas (n° 12) . . . . 197
**Passerelle sur la Seine, entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna.** *(Planche IV.)* Ch. Dantin (n°s 4 et 5) . . . . . . . . . . . . 49, 85
Pages
**Pont-levis à bascule sur le Cuyahoga-River (États-Unis) (n° 2)** . . . . . . . . . . 29
**Pont de l'Oued Endja (Algérie) (n° 7)** . . . . . 112
**Revêtement (substitution d'un) en briques au boisage d'un tunnel (n° 8)** . . . . . . . . 136
**Tunnel (le) du Simplon.** A. Dumas (n° 26) . . . 461

*Alimentation (installations pour l') d'eau de la ville de White Plains (États-Unis) (n° 24) . . . . . . 400
*Ancrages (travaux de maçonnerie pour les) du nouveau pont sur l'East River (New-York) (n° 6) . . . . 108
*Barrage (le) de Wachusett pour l'alimentation d'eau de Boston (États-Unis) (n° 25) . . . . . . . 460
*Échafaudages pour la construction des tours et des travées extrêmes (côté de Manhattan) du nouveau pont sur l'East River (n° 4) . . . . . . . . . . 68
*Fosse (la nouvelle) aux turbines de l'usine hydro-électrique de la Niagara Falls Power C°, à Niagara Falls (n° 7) . . . . . . . . . . . . . . . 123
*Pont (grand) avec travée tournante sur le Mississipi (n° 1) . . . . . . . . . . . . . 16
*Pont-route (le) de Miltenberg, sur le Main (n° 6) . . . 108
*Pont monumental sur le Potomac (États-Unis) (n° 7) 123
*Pont (le) de la Schwurplatz, sur le Danube, à Budapest (n° 8) . . . . . . . . . . . . 140
*Ponts (construction spéciale de) et de viaducs dans la Pennsylvanie occidentale (États-Unis) (n° 9) . . . . 160
*Pont (nouveau) sur le Danube, à Vienne (n° 10) . . . 180
*Pont (le) de Crémone, sur le Pô (n° 11) . . . . . . . 196
*Pont-levis à bascule roulante, à huit voies, sur le Chicago Drainage Canal (États-Unis) (n° 12) . . . . 224
*Pont (le) en maçonnerie de Bellefield, à Pittsburg (États-Unis) (n° 13) . . . . . . . . . . . 244
*Ponts-levis à bascule, système Scherzer (n° 13) . . . 244
*Pont (projet de) de chemin de fer sur le Petit-Belt (n° 13) . . . . . . . . . . . . . . 244
*Pont-levis (projet de) sur le Chicago River (n° 17) . . 316
*Pont-tournant sur le Spuyten Duyvil Creek, à New-York (n° 17) . . . . . . . . . . . 316
*Pont (nouveau) en maçonnerie, formé de deux arches de 42m65 de portée chacune, à Bulton Falls (États-Unis) (n° 18) . . . . . . . . . . . . 336
*Pont (nouveau) sur la Moselle, à Trarbach-Traben (n° 24) . . . . . . . . . . . . . . 440
*Ponts (les) en béton dans le Wurtemberg (n° 26) . . 476
*Ports (les nouveaux) de Bruges (n° 1) . . . . . . . 16
*Réservoir (exécution du) du Jerome Park (États-Unis) (n° 3) . . . . . . . . . . . . . 48
*Turbines (les travaux d'exécution de la nouvelle fosse aux) de Niagara Falls (n° 20) . . . . . . . . . 368
Pages
*Viaducs (construction des) du métropolitain aérien de Boston (États-Unis) (n° 1) . . . . . . . . . 16
*Viaducs d'approche du nouveau pont suspendu sur l'East River (New-York) (n° 11) . . . . . . . . 196
*Viaduc (le) de Riverside Drive, à New-York (n° 22) . 404

DIVERS

**Bateau-phare (le) du cap Hatteras (n° 2)** . . . 28
**Diffuseur (nouveau système de) pour sucreries (n° 14)** . . . . . . . . . . . . . . . 260
**Exposition (l') pan-américaine de Buffalo (États-Unis), en 1901 (n° 19)** . . . . . . . . . . 347
**Hospitalisation (l') des émigrants à Hambourg (n° 16)** . . . . . . . . . . . . . . . 296

*Ballon (le) du comte Zeppelin (n° 16) . . . . . . . 299
*Bois (nouveau procédé de conservation des) (n° 9) . 160
*Bois (de la conservation des) (n° 19) . . . . . . . 352
*Cathédrale (la) de Saint-John the Divine (New-York) (n° 4) . . . . . . . . . . . . . . . 67
*Ciment (fabrique de) de la Laurence Cement C° of Pennsylvania (États-Unis) (n° 9) . . . . . . . 160
*Ciment (fabrique de) de la Virginia Portland Cement C° (États-Unis) (n° 18) . . . . . . . . . . 336
*Congo (le) français en 1898 (n° 4) . . . . . . . . 68
*Cordite (calcul des pressions et des vitesses développées, en artillerie, par la) (n° 5) . . . . . . . 88
*Coton (le) au Soudan (n° 7) . . . . . . . . . . 124
*Culasse (les fermetures de) système Krupp (n° 15) . . 278
*Enduits (les) métalliques et les peintures vernissées (n° 13) . . . . . . . . . . . . . . . 244
Exposition d'Hanoï, en 1901 (n° 8) . . . . . . . . 140
*Exposition (l') des produits d'exportation à Philadelphie, en 1899 (n° 17) . . . . . . . . . . 316
*Excursion des élèves du Polytechnicum de Zurich dans la Suisse française (n° 7) . . . . . . . . 124
*Fibroleum (le) (n° 11) . . . . . . . . . . . . 196
*Gutta-percha (la production et la consommation de la) dans l'avenir (n° 12) . . . . . . . . . 224
*Machines (les nouvelles) des industries textiles (n° 9) 159
*Madagascar au point de vue économique (n° 9) . . . 160
Pavage (le) en bois de massaranduba (n° 14) . . . . . 261
*Touat (la marche sur le) (n° 14) . . . . . . . . . 264
*Usines pour la fabrication du ciment portland à Cementon (États-Unis) (n° 26) . . . . . . . . . 476
*Vins (état actuel de l'industrie des) de liqueur (n° 1) 16
Voitures (III° concours des) de place automobiles et des voitures de livraison (n° 10) . . . . . . . . 180

# PLANCHES

*Planche I :* Exposition de 1900. Plan de l'éclairage (n° 1).
*Planche II :* Machines à triple expansion du croiseur hollandais le *Noord Brabant* (n° 2).
*Planche III :* Grue Titan électrique de 30 tonnes de la salle des machines La Bourdonnais (n° 3).
*Planche IV :* Passerelle sur la Seine, entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna (n° 4).
*Planche V :* Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars : Viaduc de Passy, sur la Seine (n° 5).
*Planches VI, VII, VIII et IX :* Usine électrique de la Compagnie « Le Triphasé » (n° 6).
*Planche X :* Machine Borsig à triple expansion de 2 500 chevaux (n° 7).
*Planche XI :* Exposition de 1900. Les Palais de l'Horticulture (n° 8).
*Planches XII et XIII :* Exposition de 1900. Pavillon de MM. Schneider et C$^{ie}$. Détails et montage de la charpente métallique (n° 9).
*Planches XIV et XV :* Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars. Détails des ouvrages d'art (n° 10).
*Planche XVI :* Machine à vapeur compound Corliss à soupapes (n° 11).
*Planches XVII, XVIII, XIX, XX et XXI :* Tracé, profils et matériel du Métropolitain de Paris (n° 12).
*Planche XXII :* Groupe électrogène de 3 000 kilowatts des Sociétés d'Augsbourg-Nuremberg et Hélios (n° 13).
*Planche XXIII :* Les Palais de l'Esplanade des Invalides (n° 14).
*Planche XXIV :* Locomotive compound express, avec mécanisme auxiliaire, de la Société Krauss et C$^{ie}$, de Munich (n° 15).
*Planches XXV et XXVI :* Usine élévatoire de la Société française des Pompes Worthington (n° 16).
*Planche XXVII :* Locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer du Nord français (n° 17).
*Planche XXVIII :* Exposition de 1900. Le Palais de l'Électricité (n° 18).
*Planche XXIX :* Machine à vapeur à grande vitesse de 1 250 chevaux, système Delaunay-Belleville (n° 19).
*Planche XXX :* Chemin de fer électrique de l'Exposition de 1900 (n° 20).
*Planches XXXI et XXXII :* Manutention mécanique du coke dans les usines de la Compagnie parisienne du Gaz (n°s 21 et 22).
*Planche XXXIII :* Locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer de l'État hongrois (n° 23).
*Planche XXXIV :* Écluses du canal de l'Elbe à la Trave (n° 24).
*Planche XXXV :* Les nouveaux ascenseurs hydrauliques de la Tour de 300 mètres (n° 25).
*Planche XXXVI :* Locomotive-tender à 2/5 essieux accouplés de la Société Krauss et C$^{ie}$ (n° 26).

# TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS


Pages

**Abraham** (A.). — Les aciers au nickel à l'Exposition de 1900 (n° 15). . . . . . . 268
— Les aciers moulés à l'Exposition de 1900 (n°s 20 et 21) . . . . . . . . . 338, 379

**Adémar** (A.). — Les Palais de l'Horticulture. *(Planche XI.)* (n° 8). . . . . . . . . 125

**Barbier** (F.). — Locomotive compound express, avec mécanisme auxiliaire, de la Société Krauss et Cie, de Munich. *(Planche XXIV.)* (n° 15). . . . . . . 265
— Locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer du Nord français. *(Planche XXVII.)* (n° 17) . . . . . . 301
— Locomotive compound à 2 cylindres et 4/5 essieux accouplés, construite par la Compagnie de Fives-Lille (n° 20). . 361
— Locomotive compound à grande vitesse des chemins de fer de l'État hongrois. *(Planche XXXIII.* (n° 23) . . . . . . 405
— Locomotives-tenders à deux essieux accouplés de la Société Krauss et Cie, de Munich. *(Planche XXXVI.* (n° 26). . 469

**Batz** (R. de). — Les sables aurifères du Cap Nome (Alaska) (n° 6) . . . . . . . . 97

**Bourdon** (Alfred). — Grue Titan électrique de 30 tonnes de la salle des machines La Bourdonnais. *(Planche III.)* (n° 3) . . 33
— Groupe électrogène de 3 000 kilowatts des Sociétés d'Augsbourg-Nuremberg et Helios. *(Planche XXII.* (n° 13) . . 225
— Les transports électriques de l'Exposition : chemin de fer électrique et plate-forme mobile. *(Planche XXX.)* (n°s 20 et 21) . . . . . . . . . 353, 375
— Machines à vapeur à grande vitesse, système E. Mertz (n° 24). . . . . . . . 427

**Briand** (G.). — Télégraphie multiple réversible ou multiplex, système E. Mercadier (n° 7) . . . . . . . . . . . . . 114
— Le télégraphone Poulsen (n° 22) . . . . 399

**Cayla** (Émile). — Distribution de l'énergie électrique dans l'enceinte de l'Exposition. Éclairage des Palais et des Jardins. *(Planche I.)* (n° 1) . . . . . . . 1
— Exposition de 1900 : Service des eaux. Usine élévatoire de la Société française des pompes Worthington. *(Planches XXV et XXVI.)* (n° 16) . . . . . . . 281

**Corbier** (P.). — Gazogènes (les) Riché (n° 9). 149

**Coupan** (G.). — L'Agriculture à l'Exposition universelle de 1900 (n°s 18, 19, 21, 23 et 24) . . . . . . 324, 341, 393, 409, 430

**Dantin** (Ch.). — Passerelle en béton armé reliant le pavillon de Madagascar au Trocadéro (n° 2) . . . . . . . . . . 27
— Passerelle sur la Seine, entre le pont de l'Alma et le pont d'Iéna. *(Planche IV.)* (n°s 4 et 5) . . . . . . . . . 49, 85
— Groupe électrogène de 2500 chevaux Borsig et Siemens et Halske. *(Planche X.)* (n° 7) . . . . . . . . . . . . . 112
— Pavillon de MM. Schneider et Cie. Construction de la coupole métallique. *(Planches XII et XIII.)* (n° 9) . . . . 141
— Saline et soudière de la Société Marchéville-Daguin et Cie (n° 13) . . . . . . 231

**Dantin** (Ch.). — Le Palais des Illusions (n° 14). 251
— Groupe électrogène de 1 000 kilowatts Delaunay-Belleville et Cie et Bréguet. *(Planche XXIX.)* (n° 19). . . . . . . 337
— Les nouveaux ascenseurs hydrauliques de la Tour de 300 mètres. *(Planche XXXV.)* (n° 25). . . . . . . . . . 441

**David** (Louis). — Les Palais de l'Esplanade des Invalides. *(Planche XXIII.)* (n° 14) . . 245

**Deschamps** (Jules). — Imperfections des cycles des moteurs thermiques. *(Correspondance.)* (n° 25) . . . . . . . . . . 457

**Dumas** (A.). — Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars, à Paris. Description générale de la ligne. Traversée de la Seine et de ses abords en viaduc. *(Planche V.)* (n° 5) . . . . . . . . . . . . . . 69
— Ligne de Courcelles au Champ-de-Mars, à Paris. Travaux de la partie comprise entre Courcelles et Passy. *(Planches XIV et XV.)* (n° 10). . . . . . . 161
— Le Métropolitain de Paris. Description générale du réseau projeté. Description détaillée de la partie exécutée. *(Planches XVII, XVIII, XIX, XX et XXI.)* (n° 12). . . . . . . . . . . 197
— Le tunnel du Simplon (n° 26) . . . . . 461

**Duperron** (O.). — Imperfections des cycles des moteurs thermiques. Le « Moteur économique » (n°s 4 et 5). . . . . . 55, 79
— Imperfections des cycles des moteurs thermiques. *(Correspondance.)* (n° 25). 457

**Dutreux** (Auguste). — Prix de revient du cheval-heure effectif obtenu par les moteurs à gaz des hauts fourneaux (n° 10). . . . . . . . . . . . . . 176

**Galine** (L.). — Relevage d'une machine locomotive tombée dans un canal (n° 23). 417

**Gisclard** (Commandant). — Nouveau type de pont suspendu rigide (n° 1) . . . . . 5

**Guérin** (H.). — Utilisation des combustibles liquides (n°s 2 et 3) . . . . . . . 22, 36

**Guérin** (Th.). — Pince d'extraction pour puits artésien. *(Correspondance.)* (n° 6) . . 105

**Guillet** (Léon). — Mouvement et progrès de l'industrie chimique dans les régions du Nord-Est, de l'Est, du Centre et de l'Ouest de la France (n°s 9, 10, 11, 12, 13, 14). . 146, 172, 186, 219, 229, 254
— Les Congrès de Chimie à l'Exposition de 1900 (n°s 18 et 19) . . . . . . . 329, 346
— L'aluminothermie. Nouveau procédé de préparation de métaux purs et d'obtention de températures élevées (n° 25). 444

**Hachebet** (M.). — Machines à triple expansion du croiseur cuirassé hollandais le *Noord Brabant*. *(Planche II.)* (n° 2). . 17

**Henry** (Georges). — Le canal de l'Elbe à la Trave. Remplissage et vidange des écluses par siphons. Manœuvre des portes par l'air comprimé. *(Planche XXXIV.)* (n° 24) . . . . . . . . . 421

**Krivochapkine** (G. de). — Applications du pétrole à la métallurgie et à l'industrie du verre (n° 17) . . . . . . . . . 309

**Laponche** (A.). — Usine hydro-électrique de la Praz (Savoie) (n° 8). . . . . . . . 128

**Laverchère** (J.). — Les chemins élévateurs à l'Exposition de 1900 (n° 10). . . . . 183
— Le funiculaire de Montmartre, à Paris (n° 15). . . . . . . . . . . . . . 271
— Manutention mécanique du coke dans les usines de la Compagnie Parisienne du Gaz. *(Planches XXXI et XXXII.)* (n°s 21 et 22) . . . . . . . . . 369, 385

**Lavergne** (Gérard). — Congrès des Mines et de la Métallurgie (n° 14) . . . . . . 254

**Liégeois** (Édouard). — Abaques pour le montage des lignes électriques aériennes (n° 2) . . . . . . . . . . . . . . 25

**Moriès** (L.). — Usine électrique de la Compagnie « Le Triphasé », à Asnières (Seine). *(Planches VI, VII, VIII, IX.)* (n° 6) . . . . . . . . . . . . . 89

**Parcey** (Ch.). — Groupe électrogène de 1 000 chevaux Escher-Wyss et Cie et Oerlikon (n° 18). . . . . . . . . . . . . 327

**Poitevin de Veyrière**. — Exposition de 1900; participation des puissances étrangères (n°s 17, 19, 22, 23, 24, 25 et 26). 306, 344, 397, 412, 433, 448, 472

**Pourcel** (Alexandre). — Une nouvelle formule de travail au four Siemens-Martin (n° 3) . . . . . . . . . . . . . . 42

**Rachou** (Louis). — Les industries agricoles (n° 1) . . . . . . . . . . . . . . 10
— Droits du patron sur les inventions de ses ouvriers et employés (n° 3). . . . 42
— Les actions de priorité (n° 6) . . . . . 102
— La question des « Prud'hommes employés » (n° 7) . . . . . . . . . . . 117
— Conditions de l'électorat et de l'éligibilité aux conseils de Prud'hommes (n° 8) . 133
— De l'incapacité permanente partielle de travail (n° 9) . . . . . . . . . . . 153
— Des pénalités encourues en cas de contravention à la loi du 30 mars 1900 (n° 13) . . . . . . . . . . . . . . 240
— Déclaration des accidents du travail (n° 15). . . . . . . . . . . . . . 275
— L'Inspection du travail (n° 18) . . . . . 330
— Réglementation du travail des étrangers en France (n° 25). . . . . . . . . . 452

**Schiff** (F.). — L'industrie diamantifère au Cap (n° 16). . . . . . . . . . . . . 287

**Schmerber** (H.). — Mines de lignite de Gardanne (Bouches-du-Rhône). Construction d'une galerie souterraine destinée à relier la concession à la mer (n°s 4, 5 et 6) . . . . . . . . . . . 57, 82, 100

**Talansier** (Ch.). — Ernest Chabrier (n° 4) . . 61

**Vigreux** (Ch.). — Note sur les dimensions à donner aux réservoirs des distributions d'eau (n° 13) . . . . . . . . . . 220

**Weil** (René). — Exposition de 1900. Palais de l'Électricité. *(Planche XXVIII.)* (n° 18). 317


IMPRIMERIE CENTRALE DES CHEMINS DE FER. — IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 22316-10 00.